

Pronóstico de las tasas de interés de colocación de los establecimientos de créditos en Colombia.

Álvaro Rodríguez Lasso

**Trabajo de grado para optar al título de
Magíster en Ciencia de Datos**

**Asesor metodológico: Yesid Ospitia.
Mentor negocio: entidad financiera.
Tutor: Diego Agudelo.**

**Facultad de Ingeniería, Diseño y Ciencias aplicadas
Maestría en Ciencia de Datos
Santiago de Cali
2025**

Resumen

La tasa de interés de los créditos es crucial para las decisiones financieras personales y corporativas. Anticipar y pronosticar los movimientos de las tasas de interés es valioso tanto para los consumidores como para los establecimientos de crédito.

Aprovechando la modernización por parte de la Superfinanciera de la publicación de reportes regulatorios relacionados con las tasas de los créditos, el objetivo general del presente proyecto es diseñar una herramienta basada en ciencia de datos para pronosticar el impacto en las tasas de interés de colocación de los establecimientos de créditos en Colombia, basándose en el comportamiento variables macroeconómicas relevantes como la tasa de intervención del Banco de la República, IPC, IBR, Federal Funds Rate, entre otras.

Debido a la volumetría de la información, será necesario construir un datamart, para posteriormente realizar un análisis exploratorio de datos (EDA), entrenar modelos de series de tiempo VaR y evaluar tanto las mejores variables como el mejor modelo de predicción con sus respectivos hiperparámetros.

Facultad de Ingeniería, Diseño y Ciencias Aplicadas
Maestría en Ciencia de Datos

Tabla de contenido

1. Integrantes y directores del trabajo de grado.....	5
2. Título del trabajo de grado.	5
3. Contexto y antecedentes.....	5
4. Planteamiento del problema y justificación.....	6
5. Objetivos del proyecto.....	7
5.1. Objetivo general.	7
5.2. Objetivos específicos.	7
5.2.1. Construir datamart que permita agilizar y facilitar el acceso a la información a ritmo de negocio.	7
5.2.2. Realizar análisis exploratorio de datos (EDA), depurando el dataset e identificado las variables más relevantes en la predicción de las tasas de interés de colocación de la cartera comercial de los bancos colombianos.	7
5.2.3. Entrenar modelos de series de tiempo, capaces de predecir las tasas de interés de colocación de la cartera comercial de los bancos colombianos.	7
5.2.4. Evaluar y escoger el modelo con mejor rendimiento en la de predicción de las tasas de interés de colocación de la cartera comercial en los bancos colombianos.	7
6. Marco teórico y jurídico.....	7
6.1. Marco teórico.....	7
6.1.1. Data mart.....	7
6.1.2. Serie de tiempo univariada.	8
6.1.3. Var.	8
6.1.4. Causalidad a lo Granger.....	8
6.1.5. Regresión Lasso.....	8
6.1.6. Moving Average (MA, medias móviles).	8
6.1.7. Exponential Triple Smoothing (ETS: suavizamiento exponencial triple).....	8
6.1.8. Prophet.....	9
6.2. Marco jurídico.....	9
6.2.1. Artículo 373, Constitución Política de Colombia de 1991.....	9
6.2.2. El Banco de la República en la Constitución Política de Colombia de 1991.....	9
6.2.3. ¿Por qué es tan importante controlar la inflación?.....	9
6.2.4. Definición y objetivo de la política monetaria.....	9

6.2.5.	Tasa de interés de política monetaria.....	10
6.2.6.	Circular Básica Contable y Financiera Circular Externa 100 de 1995.....	10
6.2.7.	Anexo1 Circular Básica Contable y Financiera Circular Externa 100 de 1995...	10
6.2.8.	Circular Externa Superfinanciera 034 de 2021	10
7.	Estado del arte	10
7.1.	Understanding the heterogeneity of interest rate adjustments to monetary policy: Evidence for Colombia	10
7.2.	Estadísticas dinámicas Power BI Superfinanciera: informe de tasas y desembolsos por modalidad de crédito	11
7.3.	La estrategia de inflación objetivo en Colombia. Una visión histórica (Borradores de Economía No. 952). Banco de la República.	11
7.4.	Minutas Banrep.....	11
7.5.	Evaluación de la transmisión de la tasa de interés de referencia a las tasas de interés del sistema financiero.....	11
8.	Marco metodológico	12
9.	Metodología.....	13
10.	Conclusiones, limitaciones y próximos pasos.....	18
11.	Bibliografía	19

1. Integrantes y directores del trabajo de grado.

Integrante(s):

Álvaro Rodríguez Lasso

Asesor metodológico: Yesid Ospitia.

Mentor negocio: entidad financiera.

Tutor: Diego Agudelo.

2. Título del trabajo de grado.

Pronóstico de las tasas de interés de colocación de los establecimientos de créditos en Colombia.

3. Contexto y antecedentes.

A partir de la constitución política de Colombia de 1991 en su artículo 373, se estableció como principal función del Banco de la República velar por el mantenimiento de la capacidad adquisitiva de la moneda, combatiendo la inflación.

El esquema actual de política monetaria ejercido por el Banco de la República se basa en la definición de una meta de inflación del 3%, donde el Banco Central interviene la tasa de interés cobrada por liquidez a las entidades financieras, modificando la tasa de intervención de política monetaria definida en las reuniones periódicas de la Junta Directiva del Banco de la República, logrando encarecer o abaratar el costo del dinero de la economía, impactando el consumo de créditos, la demanda de bienes o servicios y sus precios, para finalmente lograr aumentar o disminuir la inflación.

Paralelo a las funciones del Banco de la República, se encuentra la Superintendencia Financiera de Colombia (SFC), la cual tiene como objetivo velar por el control y vigilancia del sistema financiero, incluyendo la supervisión de la colocación de créditos, función realizada bajo los lineamientos del marco jurídico establecido en la Circular Básica Contable y Financiera (Circular Externa 100 de 1995).

El Anexo 1 de dicha circular faculta a la Superintendencia Financiera de Colombia (SFC) para exigir a las entidades financieras, la remisión de información detallada de las tasas de interés activas (colocación) por tipo de crédito de los nuevos desembolsos realizados cada semana. Si bien esta exigencia ha existido por varias décadas, la SFC adelantó la modernización de su formato de captura de información tasas de créditos a través de la Circular Externa 034 de 2021, la cual rige a partir julio de 2022, iniciando la nueva proforma F.1000-144 (formato 414).

Teniendo en cuenta las nuevas políticas gubernamentales de Colombia sobre atención de necesidades y centralización de datos, la SFC incorporó la información del formato 414 en la Plataforma Nacional de Datos Abierto de Colombia (datos.gov.co), con el objetivo de promover la participación ciudadana y la generación de nuevos conocimientos sobre el sector financiero.

Conforme a lo anterior, se puede ratificar un escenario actual donde existe un ambiente favorable respecto a la facilidad de poder realizar un aporte a la sociedad, a través de

analítica de datos relacionada con el comportamiento de las tasas de interés de colocación de los establecimientos de crédito y su relación con variables macroeconómicas.

4. Planteamiento del problema y justificación.

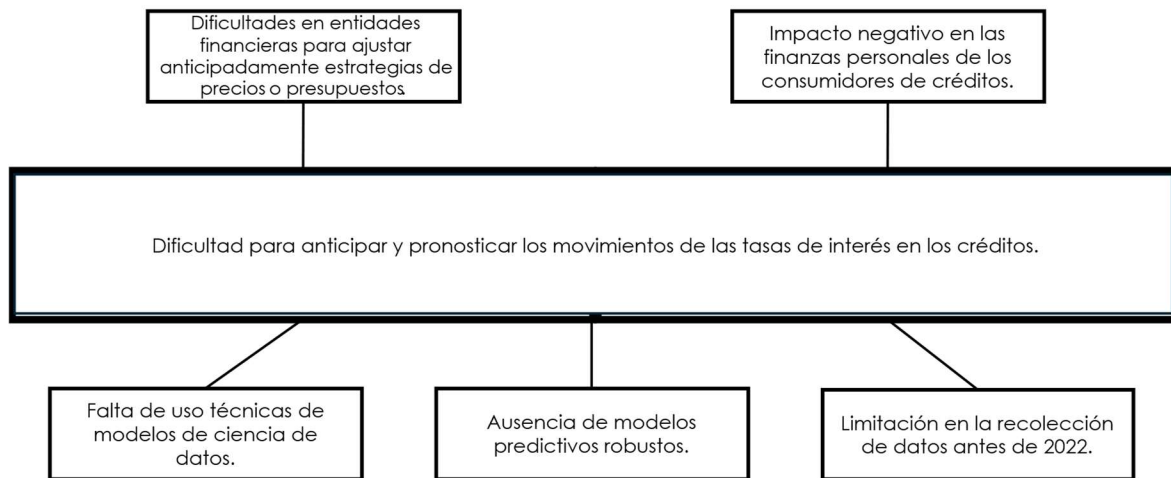
La tasa de interés de los créditos es una variable muy importante e influyente en las decisiones de finanzas personales o corporativas y más aún cuando se trata de los mismos establecimientos de crédito, quienes finalmente son los actores definitivos al momento de otorgar y poner precio a los créditos.

Poder anticiparse y pronosticar los movimientos de las tasas de interés en los créditos es una labor generadora de valor, tanto para el consumidor del crédito como para los establecimientos competidores en el mercado de crédito. De cara al usuario final del préstamo, podría representar ahorros en pago de intereses. Para los establecimientos de crédito, representaría una herramienta potencial en el control de la velocidad de transferencia de variables macroeconómicas en su estrategia de precios o presupuesto.

De esta forma, es importante considerar el potencial que nos ofrece la analítica avanzada, con el propósito de identificar tendencias o patrones. De tal manera, que sea posible pronosticar con modelos el impacto en las tasas de interés de colocación de las entidades bancarias en Colombia, conforme movimientos de variables de mercado relevantes.

La ilustración 1 Árbol del problema, muestra de manera resumida el problema a tratar, sus causas y efectos. El problema radica en la dificultad para anticipar y pronosticar los movimientos de las tasas de interés en los créditos, causado principalmente en el poco uso de técnicas robustas de pronóstico, junto a la limitación histórica de los datos. Lo anterior, desencadena efectos adversos relacionados con las estrategias de precios o presupuestos en las entidades financieras e impacto negativo en las finanzas personales de los consumidores de créditos.

Ilustración 1. Árbol del problema



5. Objetivos del proyecto.

5.1. Objetivo general.

Diseñar una herramienta basada en ciencia de datos que nos permita pronosticar, el impacto en las tasas de interés de colocación de los establecimientos de créditos en Colombia, conforme movimientos en variables relevantes del mercado.

5.2. Objetivos específicos.

5.2.1. Construir datamart que permita agilizar y facilitar el acceso a la información a ritmo de negocio.

5.2.2. Realizar análisis exploratorio de datos (EDA), depurando el dataset e identificado las variables más relevantes en la predicción de las tasas de interés de colocación de la cartera comercial de los bancos colombianos.

5.2.3. Entrenar modelos de series de tiempo, capaces de predecir las tasas de interés de colocación de la cartera comercial de los bancos colombianos.

5.2.4. Evaluar y escoger el modelo con mejor rendimiento en la de predicción de las tasas de interés de colocación de la cartera comercial en los bancos colombianos.

6. Marco teórico y jurídico.

6.1. Marco teórico

6.1.1. Data mart.

“Una despensa de datos (data mart) es un subconjunto de un almacén de datos centrado en una línea de negocio, departamento o área en particular. Los data marts ponen datos específicos a disposición de un grupo definido de usuarios, lo que les permite acceder rápidamente a información crítica sin perder tiempo buscando en todo un almacén de datos. Por ejemplo, muchas empresas pueden

tener un data mart para un departamento específico en la empresa, como finanzas, ventas o marketing" (IBM, n.d.).

6.1.2. Serie de tiempo univariada.

"Son observaciones de una misma variable para diferentes períodos, y generalmente el espacio entre cada observación es siempre el mismo. Por ejemplo: las ventas mensuales, el precio diario del dólar, el PIB anual, la inflación mensual y los rendimientos diarios de un activo" (Alonso, 2020, p. 7). Los modelos más comunes para realizar pronósticos se series de tiempo univariadas son: moving average(MA), Exponential Triple Smoothing (ETS) y Prophet.

6.1.3. Var.

Es un modelo de serie de tiempo, el cual a diferencia de los modelos univariados, considera un vector multivariante de k series de tiempo que dependen de períodos pasados. A este modelo se le denomina Vectores Autoregresivos, más conocidos por la sigla VAR (Alonso, 2020).

6.1.4. Causalidad a lo Granger.

"El VAR permite determinar si cambios en una variable anteceden los cambios en una variable de interés. A este comportamiento en el que cambios de una variable anteceden los cambios de otras variables se le conoce como causalidad a lo Granger" (Alonso, 2020, p. 213).

6.1.5. Regresión Lasso.

"La regresión Lasso (Least Absolute Shrinkage and Selection Operator) es una técnica de regularización que aplica una penalización para evitar el sobreajuste y mejorar la precisión de los modelos estadísticos. La regresión Lasso, también conocida como regularización L1, es una forma de regularización para modelos de regresión lineal. La regularización es un método estadístico para reducir los errores causados por el sobreajuste de los datos de entrenamiento" (IBM, n.d.).

6.1.6. Moving Average (MA, medias móviles).

"El promedio móvil es tal vez el método más sencillo para proyectar una serie de tiempo por medio del comportamiento en el "vecindario "de la serie. Este método ignora los componentes de una serie de tiempo y suaviza el comportamiento de la serie ignorando posibles tendencias, componentes estacionales y cíclicos" (Alonso, 2020, p. 36).

6.1.7. Exponential Triple Smoothing (ETS: suavizamiento exponencial triple)

"Holt, 1957 y Winters, 1960 extendieron el método de Holt para capturar la estacionalidad. El método estacional de Holt-Winters comprende la ecuación de pronóstico y tres ecuaciones de suavizado, una para el nivel (ℓ), una para la tendencia (b_t) y uno para el componente estacional (s_t). Esto implicaría un nuevo parámetro asociado a la estacionalidad (γ). Existen dos opciones para este método que difieren en la naturaleza del componente estacional: aditivo y multiplicativo. El método aditivo se recomienda cuando las variaciones

estacionales son aproximadamente constantes a lo largo de la serie, mientras que el método multiplicativo se emplea cuando las variaciones estacionales cambian proporcionalmente al nivel de la serie. Con el método aditivo, el componente estacional se expresa en términos absolutos en la escala de la serie observada, y en la ecuación de nivel, la serie se ajusta estacionalmente restando el componente estacional. Dentro de cada año, el componente estacional se sumaría aproximadamente a cero. Con el método multiplicativo, el componente estacional se expresa en términos relativos (porcentajes), y la serie se ajusta estacionalmente dividiendo por el componente estacional. Dentro de cada año, el componente estacional sumará aproximadamente" (Alonso, 2020, p. 44).

6.1.8. Prophet.

"Prophet es un modelo de serie de tiempo univariado para pronosticar datos de series temporales basado en un modelo aditivo donde las tendencias no lineales se ajustan a la estacionalidad anual, semanal y diaria, además de los efectos de los días festivos. Funciona mejor con series temporales con fuertes efectos estacionales y varias temporadas de datos históricos. Prophet es robusto ante datos faltantes y cambios de tendencia, y suele gestionar adecuadamente los valores atípicos" (Facebook Prophet, n.d.).

6.2. Marco jurídico

6.2.1. Artículo 373, Constitución Política de Colombia de 1991

Este artículo enmarca la razón jurídica por la cual las tasas de colocación de créditos en Colombia se ven impactadas por los movimientos de la tasa de intervención del Banco de la República: "El Estado, por intermedio del Banco de la República, velará por el mantenimiento de la capacidad adquisitiva de la moneda..." (Constitución Política de Colombia, 1991, art. 373).

6.2.2. El Banco de la República en la Constitución Política de Colombia de 1991

"La innovación más importante fue la decisión de darle rango constitucional a la búsqueda del mantenimiento del poder adquisitivo de la moneda como objetivo principal del Banco. Ello significa que una **prioridad de la Junta Directiva es el control de la inflación...**" (Banco de la República, n.d.).

6.2.3. ¿Por qué es tan importante controlar la inflación?

La inflación se define como "como el aumento generalizado y sostenido de los precios de los bienes y servicios más representativos del consumo de los hogares de un país...el crecimiento desbordado de precios causa distorsiones directas a la dinámica de la economía, en particular, dificulta el crecimiento económico de largo plazo, afecta la competitividad en los mercados, el empleo, el consumo, el ahorro y la inversión, entre otros aspectos importantes" (Banco de la República, n.d.).

6.2.4. Definición y objetivo de la política monetaria

"La política monetaria en Colombia abarca las acciones que lleva a cabo el Banco de la República para cumplir con el mandato constitucional de velar por la capacidad adquisitiva de la moneda en coordinación con la política económica

general. Para cumplir el mandato constitucional, el Banco de la República sigue **un esquema de inflación objetivo** en un régimen de tipo de cambio flexible, el cual busca mantener una tasa de inflación baja y estable, y alcanzar el máximo nivel sostenible del producto y del empleo. Bajo este esquema, las acciones de política monetaria están encaminadas a que la inflación futura se sitúe en **la meta del 3 % fijada por la Junta Directiva del Banco de la República**" (Banco de la República, n.d.).

6.2.5. Tasa de interés de política monetaria

"La tasa de intervención de política monetaria o tasa de referencia es la tasa de interés mínima que el Banco de la República (BanRep) cobra a las entidades financieras por la liquidez que les suministra mediante las operaciones de mercado abierto (OMA). Esta tasa es el principal instrumento de intervención de política monetaria utilizado por el BanRep para afectar la cantidad de dinero que circula en la economía. La Junta Directiva del BanRep define la tasa de intervención de política monetaria y sus decisiones tienen vigencia a partir del día hábil siguiente a la sesión de la Junta" (Banco de la República, n.d.).

6.2.6. Circular Básica Contable y Financiera Circular Externa 100 de 1995

Es el marco de regulación emitido por la Superintendencia Financiera de Colombia, con el propósito de establecer los lineamientos y directrices contables, financieros y **de reporte** para las entidades vigiladas, como bancos, aseguradoras, y otras instituciones financieras (Superintendencia Financiera de Colombia, 1995)

6.2.7. Anexo1 Circular Básica Contable y Financiera Circular Externa 100 de 1995

Este anexo contiene detalles técnicos y normativos relacionados con la **presentación de la información** de las entidades vigiladas, estableciendo estándares y definiendo los múltiples **formatos y proformas** que deben diligenciarse para el registro de información financiera, incluyendo formatos específicos para la remisión de información de los desembolsos de créditos (Superintendencia Financiera de Colombia, n.d.).

6.2.8. Circular Externa Superfinanciera 034 de 2021

Gracias a esta circular, la Superfinanciera crea la **proforma F.1000-144 (formato 414)**, donde se moderniza la remisión de información por parte de las entidades financieras, relacionada con las tasas de interés activas por tipo de crédito, es decir los desembolsos de créditos (Superintendencia Financiera de Colombia, 2021).

7. Estado del arte

7.1. Understanding the heterogeneity of interest rate adjustments to monetary policy: Evidence for Colombia

Este documento presenta un estudio sobre la manera en que los bancos en Colombia ajustan sus tasas de interés en respuesta a las variaciones en la política monetaria del Banco de la República. Según el artículo, los bancos grandes poseen un mayor poder de mercado y, por lo tanto, no reaccionan con la misma rapidez a los cambios en la tasa de intervención. En su lugar, tienden a ajustar sus tasas de forma más estratégica, considerando las modificaciones realizadas por sus competidores. Por otro lado, los

bancos pequeños muestran una mayor reactividad ante los cambios directos en la tasa de intervención. (Benavides-Franco, Carabali, Meneses, & Perez, 2024).

7.2. Estadísticas dinámicas Power BI Superfinanciera: informe de tasas y desembolsos por modalidad de crédito.

La Superintendencia Financiera de Colombia (SFC) ha desarrollado un sistema de datos abiertos que recopila información sobre las tasas de interés de colocación promedio ponderadas, para diversos tipos de crédito (consumo, vivienda, comercial, entre otros). El objetivo de esta iniciativa es facilitar el análisis de las condiciones de crédito, promover la transparencia y **fomentar la participación ciudadana**. La información se encuentra procesada y disponible de manera pública en formato Power BI en la página web de la Superfinanciera. Esta información será tenida en cuenta para un futuro control saldos de desembolsos vs. los datos del data set extraído, según las líneas de negocios sugeridas por el usuario. (Superintendencia Financiera de Colombia, n.d.).

7.3. La estrategia de inflación objetivo en Colombia. Una visión histórica (Borradores de Economía No. 952). Banco de la República.

El artículo presenta un análisis histórico sobre la implementación de la estrategia de inflación objetivo (IO) en Colombia, adoptada por el Banco de la República en 1999 tras la eliminación del sistema de banda cambiaria. Examina las reformas técnicas e institucionales requeridas para su adopción y el desempeño de esta política monetaria frente a la crisis financiera de 2008. Utilizando modelos econométricos como ANOVA y ARIMAX, se concluye que la estrategia de inflación objetivo ha sido eficaz en la reducción de la inflación (López-Enciso, Vargas-Herrera, & Rodríguez-Niño, 2016).

7.4. Minutas Banrep

Las minutas de la reunión de política monetaria de la Junta Directiva del Banco de la República ponen en evidencia factores y variables clave para realizar pronósticos de las tasas de interés. Por ejemplo, en 2024, la Junta Directiva ha venido aplicando una política monetaria expansiva, disminuyendo las tasas de interés del mercado. En este tipo de minutas, generalmente se mencionan proyecciones y tendencias de variables macroeconómicas de alto impacto en la tasa de interés de colocación de créditos en Colombia. Entre los principales indicadores analizados por el Banco de la República para su decisión de tasa de interés de política monetaria se encuentran la inflación local, la encuesta de expectativas de analistas económicos, el PIB, la inflación en EE.UU. y la política monetaria en EE.UU. (Banco de la República, 2024).

7.5. Evaluación de la transmisión de la tasa de interés de referencia a las tasas de interés del sistema financiero

“La relación existente entre la tasa de política y las tasas de interés de colocación es positiva y significativa, y se presenta una transmisión completa para las diferentes modalidades de crédito después de **8 meses**. La transmisión de la tasa de interés de referencia a las tasas de crédito difiere según las distintas modalidades de préstamo. Hay varios factores que intervienen en la transmisión, dentro de los cuales se destacan: el tipo de crédito, los plazos ofrecidos, la presencia de tasas límite (usura y máxima remuneratoria) y las condiciones económicas del país; las características de las entidades financieras (tamaño, liquidez y capitalización) no resultaron muy relevantes.

Se observa una mayor transmisión y más rápida a las tasas comerciales que a las ofrecidas a los hogares. En particular, la transmisión a las tasas de crédito preferencial es más rápida y completa. En cuanto a las tasas de tarjetas de crédito e hipotecarias, la transmisión es más débil debido a su naturaleza, regulación (tasa límite) y rigideces de las mismas. Por otro lado, únicamente en los créditos preferenciales se presenta evidencia de una leve relación asimétrica en la transmisión entre alzas y reducciones de la tasa de intervención. Para las demás modalidades de crédito, no existen asimetrías en la transmisión. Finalmente, la transmisión en periodos de fuerte expansión (brecha de producto positiva e inflación por encima de la meta) es distinta a la que presenta en otras fases de la economía". (Chavarro-Sánchez, Cristiano-Botía, Gómez-González, González-Molano, & Huertas-Campos, 2015, p. 24)

En resumen, se ratifica la existencia de esfuerzos relacionados con el objetivo del presente trabajo. Se destaca la importancia de validar la relación existente entre las tasas de colocación de los establecimientos de crédito y variables de mercado relevantes como IPC, tasa de intervención, TIB, IBR, inflación en EE.UU., tasa de la reserva federal, entre otras. Adicionalmente, es de vital importancia segmentar el estudio por productos de crédito específicos, dado que cada producto financiero conforme a su naturaleza se encuentra relacionado específicamente con ciertas variables macroeconómicas.

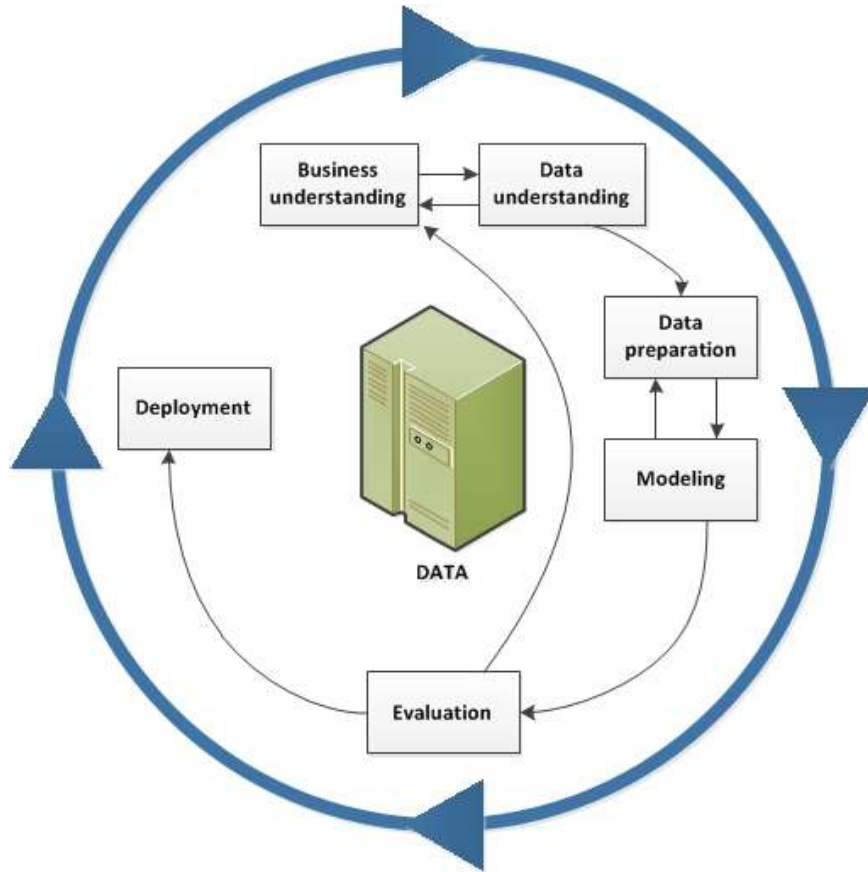
8. Marco metodológico

El trabajo se llevó a cabo en dos fases. En la primera fase, se desarrollaron los modelos multivariados y en la segunda fase los univariados. Se procuró implementar modelos de series de tiempo con redes neuronales recurrentes para la segunda fase, sin embargo, el data set con datos mensuales desde 2022, al tener menos de 48 datos lo impidió.

La metodología a emplear será CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining), esquema probado para orientar trabajos de minería de datos. Según la ilustración No.2, el método incluye descripciones de las 6 fases normales de un proyecto de ciencia de datos, las tareas necesarias en cada fase y una explicación de las relaciones entre las tareas (IBM, n.d.):

- Entendimiento y contexto del negocio: determinación de los objetivos comerciales, evaluación de la situación y determinación de los objetivos del proyecto de ciencia de datos.
- Entendimiento de los datos: incluye la recopilación de los datos y el análisis descriptivo y exploratorio de la información para determinar la calidad y congruencia de esta.
- Preparación de los datos: se seleccionan los datos o variables más relevantes para analizar en la etapa posterior. Esta fase también incluye la limpieza y el formateado de los datos.
- Modelado: se ajustan varios modelos predictivos y se itera sobre los mismos, para extraer las mejores configuraciones de predicción e hiperparámetros.
- Evaluación: a través de una métrica evaluativa común en todos los modelos probados y un objetivo óptimo de dicha métrica, se escoge el mejor modelo.
- Despliegue: es el proceso que consiste en utilizar los nuevos conocimientos logrados por el proyecto de ciencia de datos, para implementar mejoras en la organización (este paso no se realizará en el presente trabajo de grado).













Ilustración 2. Ciclo de vida de minería de datos



9. Metodología

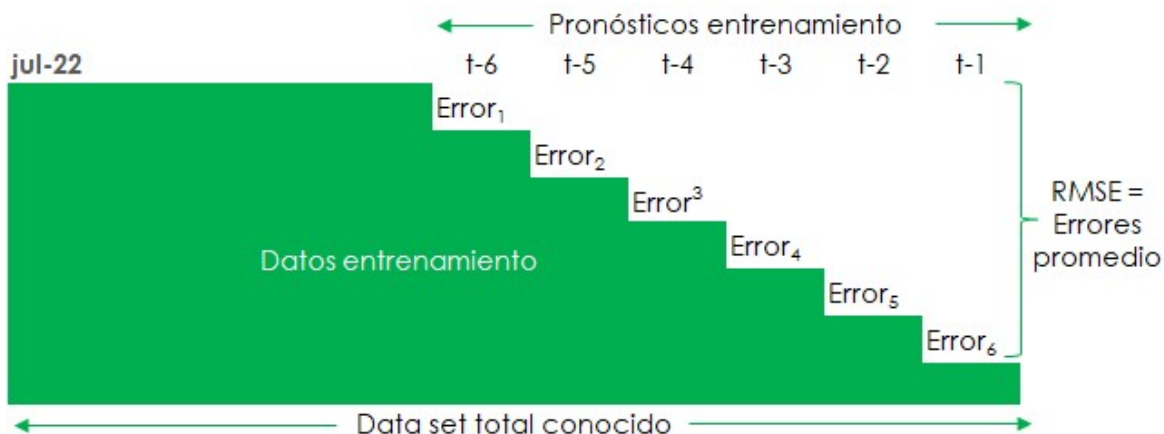
Con el propósito de cumplir con los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación, se propusieron los siguientes pasos:

- Configuración de librerías y paquetes en jupyter notebook.
 - Frente al tema de autenticación, cargue y login del datamart fabric (Microsoft) se utilizaron: msal, sqlalchemy, urllib.parse.
 - Para los cálculos estadísticos y optimizaciones se usaron: statsmodels, sklearn, scipy, optuna y prophet.
- Objetivos y contexto.
 - Después de obtener un estado del arte claro y realizar diversas entrevistas y encuestas con los expertos del negocio, se definieron los lineamientos y características del producto de colocación a pronosticar, basándose en la información disponible del dataset del "Informe de tasa y desembolsos por modalidad de crédito":
 - Créditos comerciales: cartera ordinaria.
 - Plazo 1 a 12 meses.

- En los modelos multivariados, se tomaron como referencia de mercado 5 bancos grandes, homólogos en tamaño de colocaciones mensuales.
 - Variable de interés: tasa colocación de uno de los bancos en referencia.
 - Para el análisis multivariado, las variables predictoras para validar, según el estado del arte fueron:
 - Tasa de colocación del mercado (sin entidad objetivo).
 - Inflación colombiana (IPC).
 - TIB o Tasa Interbancaria (variable proxy de la tasa de intervención).
 - Indicador Bancario de Referencia en sus múltiples plazos: IB00, IB01, IB03, IB06, IB12.
 - Inflación EE.UU.
 - EEFRR (Effective Federal Funds Rate).
- Conexión a Datamart (SQL).
 - Dada la magnitud del dataset "Informe de tasa y desembolsos por modalidad de crédito", se construyó datamart el cual incluyó dicho dataset más las posibles variables predictoras del punto anterior.
- Análisis exploratorio de datos (modelo multivariado).
 - Una por una y para cada variable del punto anterior se validó la causalidad a lo Granger con el objetivo de determinar si los cambios en las mismas anteceden los cambios en la variable de interés, obteniendo los siguientes resultados al corte febrero de 2025:
 - : no hay causalidad a lo Granger.
 - : sí hay causalidad a lo Granger.
 - Tasas mercado (sin entidad cliente): 
 - IPC: 
 - TIB: 
 - IB00: 
 - IB01: 
 - IB03: 
 - IB06: 
 - IB12: 
 - Inflación EE.UU.: 
 - EEFRR (Effective Federal Funds Rate): 
- Protocolo evaluación.
 - Se realizó un protocolo de evaluación de ventana recursiva.
 - La métrica de evaluación será el RMSE.
 - La cantidad de meses a pronosticar para hallar el RMSE con los mejores hiperparámetros será de 6 meses.
 - Se realizó un pronóstico del mes siguiente durante cada iteración (1 solo pronóstico por iteración).
 - Se probaron modelos con estacionalidad, teniendo en cuenta los diferentes tipos de estacionalidades.

- El negocio requiere que el RMSE máximo oscile entre 0.5 y 0.7.

Ilustración 3. Protocolo evaluación ventana recursiva



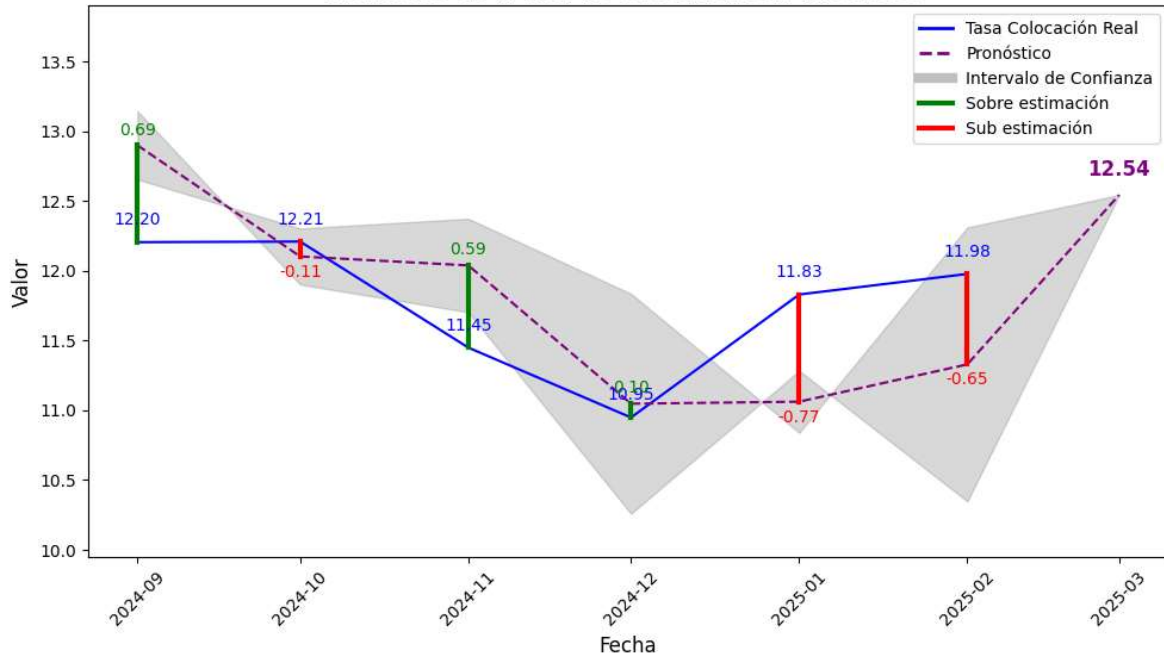
- Construcción de modelos multivariados: VAR
 - Las variables a considerar para predecir la variable de interés son:
 - IPC, IB01, IB03, IB06, EEFR.
 - Los modelos se analizaron con 3 rezagos.
 - Se encontró multicolinealidad en las variables predictoras, arrojando RMSE por fuera de los rangos establecidos por el negocio.
 - Por el motivo anterior, se regularizó el modelo a través de LASSO.
 - Los resultados luego de validar diferentes modelos Var y univariados son resumidos en la siguiente tabla:

Tabla 1. Ranking resultados modelos con diferentes hiperparámetros y regularizaciones (fecha pronóstico marzo 2025).

Ranking mejor RMSE	Nombre modelo	RMSE	Hiperparámetro valor	Hiperparámetro	Valor pronóstico (%)	Error estándar de los errores absolutos
1	VAR_lasso_alpha_0.002	0,557	0,002	alpha	12,5435	0,2749
2	VAR_lasso_alpha_0.001	0,564	0,001	alpha	12,5334	0,2720
3	ETS	0,569	{'error': 'add', 'tendencia': 'mul', 'estacionalidad': 'none', 'alpha': 0.6603144948264666, 'beta': 0.1270323823681492, 'gamma': 0.963461975589142}	Hiperparámetros	11,9412	0,3035
4	VAR_lasso_alpha_0.01	0,634	0,01	alpha	12,2257	0,2815
5	Prophet	0,663	{'seasonality_mode': 'additive', 'yearly_seasonality': False, 'changepoint_prior_scale': 0.1, 'seasonality_prior_scale': 0.0}	Hiperparámetros	10,7574	0,3514
6	MA_2	0,823	2	ventana	11,9036	0,3343
7	MA_3	0,94	3	ventana	11,5852	0,3660
8	MA_4	1,017	4	ventana	11,5512	0,4778
9	MA_5	1,114	5	ventana	11,6828	0,6079
10	MA_6	1,178	6	ventana	11,7698	0,6042

- Visualización del protocolo de evaluación del mejor modelo.
 - La siguiente ilustración muestra los resultados de aplicar el mejor modelo a los últimos 6 meses observados, mediante el método de ventana recursiva. Para el mes de marzo de 2025, el pronóstico es de 12.5435% E.A.

Ilustración 4. Protocolo de evaluación mejor modelo
Pronóstico de la tasa de colocación con VaR LASSO



- Coeficientes del mejor modelo.
 - La siguiente ilustración muestra los coeficientes utilizados por el modelo Var para pronosticar el mes de noviembre de 2024.

Tabla 2- Coeficientes mejor modelo

Variable	Coeficiente
L1.Banco objetivo	0.26
L1.ipc_colombia_anual	1.27
L1.IB01	4.37
L1.IB03	0.54
L1.IB06	1.16
L1.ipc_eeuu_variacion_anual	-0.15
L1.effr_EA	1.61
L2.Banco objetivo	0.05
L2.ipc_colombia_anual	-0.68
L2.IB01	-5.75
L2.IB03	-0.22
L2.IB06	-0.81
L2.ipc_eeuu_variacion_anual	-2.39
L2.effr_EA	0.01
L3.Banco objetivo	-0.33
L3.ipc_colombia_anual	-0.43

L3.IB01	-1.55
L3.IB03	2.16
L3.IB06	0.68
L3.ipc_eeuu_variacion_anual	1.94
L3.effr_EA	0.64

- Validación de supuestos estadísticos.
 - Al validar los residuales del mejor modelo, se comprueba el cumplimiento de los supuestos estadísticos de no autocorrelación, homocedasticidad y normalidad.

10. Conclusiones, limitaciones y próximos pasos

- Conclusiones:
 - Todos los objetivos propuestos en el presente trabajo de grado fueron alcanzados satisfactoriamente.
 - El estado del arte de los artículos del Banco de la República: funciona.
 - Un data mart facilita la aplicación de la ciencia de datos, cobrando mayor relevancia cuando el dataset contiene gran cantidad de información.
 - El data mart construido (LOW CODE) sirve para realizar otros múltiples análisis.
 - A juicio experto, la fase I del desarrollo de este trabajo de grado, consideró realizar el análisis multivariado en vez del univariado, previendo que los modelos univariados tendrían peor desempeño que los multivariados: los resultados evidenciados así lo ratifican. Adicionalmente el análisis univariado, no capta las variaciones (alzas o bajas) en las tasas de interés tan rápidamente como el análisis multivariado.
 - Las variables relevantes para pronosticar la tasa de colocación del banco objetivo son: IPC, IB1, IB3, IB6 y EFR.
 - El mejor modelo para pronosticar la tasa de colocación es un modelo VAR con regularización lasso (debido a la multicolinealidad de las variables), a 3 rezagos, y con coeficiente de regularización alpha de 0,002.
 - La tasa de colocación pronosticada del banco objetivo para marzo de 2025 es de 12,54% E.A.
- Limitaciones:
 - Se debe tener en cuenta que, si bien el modelo es acertado estadísticamente, el mercado de créditos posee un componente determinístico inevitable. Los mentores del proyecto sugieren compartir el presente proyecto con otras áreas, por ejemplo, las relacionadas con temas de presupuestos y proyecciones macroeconómicas.
 - Si bien el dataset principal de tasa de colocación presenta una granularidad importante, existen variables financieras claves como el plazo de las operaciones, el cual se encuentra altamente agregado: por ejemplo, plazos combinados entre 1 y 12 meses, representa una distorsión para el análisis. Así mismo variables macroeconómicas como la inflación, al tener granularidad mensual, ocasiona la imposibilidad de entrenar ciertos modelos de series de tiempo como redes neuronales recurrentes (el data set cuenta con menos de 48 cortes mensuales).

- El modelo tiene como fuente de información datasets 100% públicos, los cuales están expuestos inevitablemente a errores operativos por parte de los autores: para el presente trabajo, se presentaron en ocasiones caídas de las fuentes y cambios en las estructuras de los archivos fuente. Se recomienda tener en cuenta está limitante en caso de que el mejor modelo sea desplegado en un ambiente web público.
- Próximos pasos:
 - Construcción y despliegue de SIVIYA: Solución Inteligente para el Valor de la Información y Analítica, la cual será una plataforma que almacenará información pública y relevante del mercado financiero para posteriormente aplicar modelos de inteligencia artificial.

Ilustración 5. Logotipo SIVIYA (Solución Inteligente para el Valor de la Información y Analítica)



11. Bibliografía

Alonso, J. C. (2020). *Introducción a los pronósticos con modelos estadísticos de series de tiempo para científicos de datos (en R)*. Primera versión para comentarios. Universidad Icesi.

Alonso, J. C. (2020). *Introducción a los pronósticos con modelos estadísticos de series de tiempo para científicos de datos (en R)*. Primera versión para comentarios. Universidad Icesi.

Banco de la República. (n.d.). *Definición y objetivo de la política monetaria*. <https://www.banrep.gov.co/es/politica-monetaria-cambiaria/definicion-objetivo-politica-monetaria>

Banco de la República. (n.d.). *El Banco en la Constitución de 1991*. <https://www.banrep.gov.co/es/el-banco/historia/el-banco-constitucion-1991>

Banco de la República. (n.d.). *¿Por qué es importante controlar la inflación?* <https://www.banrep.gov.co/es/banrep-educa/econo-cimientos/por-que-importante-controlar-inflacion>

Banco de la República. (n.d.). *Tasas de interés de política monetaria*. <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/tasas-interes-politica-monetaria>

Banco de la República. (2024). *Minutas BanRep: La Junta Directiva del Banco de la República decidió por mayoría reducir en 50 puntos básicos (pbs) la tasa de interés de política monetaria a 10,75%*.

<https://www.banrep.gov.co/es/noticias/minutas-banrep-julio-2024>

Benavides-Franco, J., Carabali, J., Meneses, L. A., & Perez, A. (2024). Understanding the heterogeneity of interest rate adjustments to monetary policy: Evidence for Colombia. *Economic Modelling*, 139, 106829.

<https://doi.org/10.1016/j.econmod.2024.106829>

Chavarro-Sánchez, X., Cristiano-Bofía, D., Gómez-González, J. E., González-Molano, E., & Huertas-Campos, C. (2015). Evaluación de la transmisión de la tasa de interés de referencia a las tasas de interés del sistema financiero. *Borradores de Economía, Banco de la República de Colombia*, (874).

https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/be_874.pdf

Constitución Política de Colombia. (1991). Artículo 373. [Constitución Política de Colombia]. <https://www.constitucioncolombia.com>

Facebook Prophet. (n.d.). Prophet: Forecasting at scale.

<https://facebook.github.io/prophet/><https://facebook.github.io/prophet/>

IBM. (n.d.). *Conceptos básicos de ayuda de CRISP-DM*.

<https://www.ibm.com/docs/es/spss-modeler/saas?topic=dm-crisp-help-overview>

IBM. (n.d.). ¿Qué es un data mart? <https://www.ibm.com/es-es/topics/data-mart>

IBM. (n.d.). ¿Qué es la regresión Lasso? <https://www.ibm.com/es-es/topics/lasso-regression>

López-Enciso, E. A., Vargas-Herrera, H., & Rodríguez-Niño, N. (2016). La estrategia de inflación objetivo en Colombia. Una visión histórica. (*Borradores de Economía No. 952*). Banco de la República.

https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/be_952.pdf

Superintendencia Financiera de Colombia. (1995). *Circular básica contable y financiera: Circular externa 100 de 1995*.

<https://www.superfinanciera.gov.co/publicaciones/15466/normativanormativa-generalcircular-basica-contable-y-financiera-circular-externa-de-15466/>

Superintendencia Financiera de Colombia. (n.d.). *Circular básica contable y financiera: Circular externa 100 de 1995, Anexo 1*.

<https://www.superfinanciera.gov.co/loader.php?Servicio=Tools2&Tipo=descargas&Funcion=descargar&idFile=1000238>

Superintendencia Financiera de Colombia. (n.d.). *Informe de tasas y desembolsos por modalidad de crédito*.

<https://www.superfinanciera.gov.co/powerbi/reportes/536/483/>

Superintendencia Financiera de Colombia. (2021). *Circular Externa 034 de 2021*.
<https://www.superfinanciera.gov.co/loader.php?!Servicio=Tools2&Tipo=descargas&Funcion=descargar&idFile=1057700>