

Proyecto

Estadística Predictiva

Predicción del valor del dólar y estrategia de divisas



Cristina Puertas

17 / 07 / 2025

Resumen ejecutivo

El presente informe expone el desarrollo de un modelo predictivo orientado a la estimación del valor del dólar y la formulación de estrategias de gestión de divisas para Grupo Procourval.

El objetivo principal es dotar a la organización de una herramienta analítica avanzada que permita anticipar escenarios futuros y optimizar la toma de decisiones financieras en un entorno global dinámico y volátil.

A través de la integración de técnicas de análisis de series temporales y machine learning, se han definido tres escenarios prospectivos (positivo, neutro y negativo) para los próximos tres años. Estos escenarios consideran variables macroeconómicas, tendencias históricas y factores de riesgo relevantes, proporcionando una visión integral para la gestión estratégica de divisas.

El modelo desarrollado facilitará la identificación de oportunidades y amenazas, permitiendo a Grupo Procourval implementar políticas de cobertura y diversificación que minimicen la exposición al riesgo cambiario y maximicen la rentabilidad de las operaciones internacionales.

El desarrollo de este modelo predictivo se enmarca en un contexto global marcado por elevada volatilidad monetaria, decisiones agresivas por parte de los bancos centrales y tensiones geopolíticas con impacto directo en los mercados de divisas.

Mediante la integración de enfoques complementarios —series temporales clásicas y algoritmos modernos de machine learning— se construye una herramienta sólida, adaptable y accionable, diseñada para fortalecer la posición estratégica de Grupo Procourval.

Este modelo no solo permite anticipar trayectorias cambiarias bajo escenarios diversos, sino que transforma incertidumbre financiera en previsión estructurada.

Como resultado, el proyecto generará una serie de entregables que incluyen:

- Un conjunto de notebooks técnicos y reproducibles
- Un archivo consolidado de datos macroeconómicos (dataset_final_economico.csv)
- Modelo entrenado Prophet (modelo_prophet.pkl)
- Modelos combinados para app (sistema_usdeur.pkl)
- Un informe institucional con justificación, metodología, resultados y recomendaciones

Introducción y Justificación

La gestión eficiente de divisas constituye un pilar estratégico para empresas con operaciones internacionales, como Grupo Procourval. La volatilidad inherente al mercado cambiario, influenciada por factores macroeconómicos, geopolíticos y financieros, exige la adopción de herramientas analíticas avanzadas que permitan anticipar tendencias y mitigar riesgos.

El presente proyecto surge como respuesta a la necesidad de contar con un modelo predictivo propio que facilite la estimación del valor futuro del dólar y la formulación de estrategias de cobertura y optimización de divisas. La justificación radica en la importancia de disponer de información prospectiva y confiable para la toma de decisiones, minimizando la exposición a escenarios adversos y maximizando las oportunidades en contextos favorables.

La implementación de este modelo permitirá a la empresa fortalecer su posición competitiva, mejorar la planificación financiera y responder de manera proactiva a los desafíos del entorno global.

En este contexto, disponer de un modelo predictivo propio representa una ventaja competitiva sustancial, al proporcionar estimaciones adaptadas al perfil económico y operativo específico de la empresa.

A diferencia de herramientas genéricas provistas por entidades bancarias, este enfoque permite incorporar criterios internos, ajustar escenarios según sensibilidad empresarial y responder de manera más ágil ante cambios estructurales.

Objetivos del Proyecto

El objetivo principal de este proyecto es desarrollar un modelo predictivo que permita estimar la evolución del valor del dólar en un horizonte temporal de tres años, proporcionando a Grupo Procourval una base analítica sólida para la toma de decisiones estratégicas en la gestión de divisas.

Objetivos específicos:

Analizar y procesar datos históricos y variables macroeconómicas relevantes que impactan el mercado cambiario.

Implementar técnicas avanzadas de modelado predictivo, incluyendo series temporales y algoritmos de machine learning.

Evaluar la precisión y robustez del modelo mediante métricas cuantitativas y validación cruzada.

Formular recomendaciones y estrategias de cobertura que optimicen la gestión de riesgos y la rentabilidad de las operaciones internacionales.

El cumplimiento de estos objetivos permitirá a Grupo Procourval contar con un instrumento analítico robusto que acompañe la toma de decisiones en tiempo real, adaptándose a los cambios del entorno económico.

En última instancia, se busca no solo anticipar la evolución del dólar, sino también transformar la información en ventaja estratégica, fortaleciendo la posición de la organización en sus transacciones internacionales.

Metodología

La metodología adoptada para el desarrollo del modelo predictivo se fundamenta en un enfoque estructurado y riguroso, que integra técnicas estadísticas, analítica avanzada y buenas prácticas de ciencia de datos. El proceso se compone de las siguientes etapas:

1. Recolección de análisis de datos históricos:

Obtención de series temporales del tipo de cambio USD y variables macroeconómicas relevantes (PIB, inflación, tasa de interés, indicadores globales, etc), asegurando la calidad y representatividad de los datos.

2. Preprocesamiento y selección de variables:

Limpieza, normalización y transformación de los datos, así como la identificación de variables explicativas mediante análisis de correlación y técnicas de reducción de dimensionalidad.

3. Entrenamiento de modelos predictivos:

Implementación de algoritmos de series temporales (ARIMA, SARIMA, Prophet) y modelos de machine learning (regresión, árboles de decisión, redes neuronales), ajustando hiperparámetros y validando el desempeño mediante técnicas de validación cruzada.

4. Evaluación y validación del modelo:

Análisis de métricas de error (RMSE, MAE, MAPE) y robustez del modelo, asegurando la fiabilidad de las predicciones y la capacidad de generalización.

5. Propuesta de estrategia de divisas:

Formulación de recomendaciones y estrategias de cobertura basada en los resultados obtenidos, orientadas a la optimización de la gestión de riesgos y la maximización de la rentabilidad.

Análisis de Datos y Variables

El análisis de datos ha sido llevado a cabo de manera estructurada mediante notebooks técnicos que permitieron recopilar, validar, limpiar y preparar las variables relevantes para el modelado. Todas las transformaciones han sido trazables y reproducibles.

Datos Recopilados

Las siguientes series temporales fueron incorporadas en su forma bruta (.csv) y posteriormente depuradas:

Archivo	Variable contenida	Frecuencia	Fuente
USD_EUR.csv	Tipo de cambio USD/EUR	Diaria	Yahoo Finance
DXY_Index.csv	Índice del dólar (DXY)	Diaria	Yahoo Finance
Inflacion_USA.csv	IPC mensual USA	Mensual	FRED (St. Louis Fed)
Tasa_Interes_Fed.csv	Tasa efectiva FED	Mensual	FRED (St. Louis Fed)

Proceso de limpieza

- Eliminación de filas no estructuradas (cabeceras duplicadas en los CSV financieros)
- Conversión de fechas a formato datetime
- Establecimiento de índice temporal uniforme (Fecha)
- Tipado numérico de todas las columnas
- Unión en un DataFrame consolidado (df_merged) con fechas comunes

El dataset final resultante fue guardado bajo el nombre:

plaintext

dataset_final_economico.csv

EDA aplicado

Se aplicaron métodos exploratorios para entender la estructura de cada variable:

- df.describe() para resumen estadístico básico
- Visualización temporal individual y conjunta (matplotlib, seaborn)
- Análisis de correlación entre variables macroeconómicas
- Revisión de fechas disponibles y cobertura histórica

Relevancia analítica

Cada variable fue evaluada en función de su poder explicativo respecto al tipo de cambio y su comportamiento ante shocks monetarios. Se tomaron decisiones de inclusión o exclusión conforme a:

- Calidad de los datos
- Frecuencia compatible con el horizonte temporal del modelo
- Capacidad de anticipación macroeconómica

Con esta base consolidada, el proyecto está preparado para avanzar hacia la construcción del modelo predictivo y simulación de escenarios (página 7). Toda esta trazabilidad garantiza transparencia y reproducibilidad técnica dentro del marco metodológico del proyecto.

Muestra del Dataset Final Integrado

Fecha	USD_EUR	DXY	Inflación USA	Tasa Fed
2010-01-04	1.442398	77.5300	218.00	0.25
2010-01-05	1.436596	77.6200	218.17	0.25
2010-01-06	1.440403	77.4900	218.27	0.25
2010-01-07	1.431803	77.9100	218.35	0.25
2010-01-08	1.433895	77.4700	218.44	0.25

Modelo Predictivo

Marco metodológico y enfoque del sistema

Objetivo

Desarrollar un sistema predictivo robusto que permita anticipar la evolución del tipo de cambio USD/EUR bajo distintos contextos económicos, integrando modelos estadísticos temporales y algoritmos supervisados basados en variables exógenas.

Enfoque dual del modelado

Modelos de series temporales

- Se empleó el modelo **Prophet**, capaz de detectar tendencias, estacionalidades y efectos recurrentes en la evolución histórica del tipo de cambio.
- Su estructura descompositiva permite simular comportamientos internos del mercado sin necesidad de variables externas.

Modelos supervisados multivariantes

- Se entrenó un modelo **XGBoost** alimentado con variables macroeconómicas (DXY, inflación, tasas, rezagos...).
- Este modelo permite capturar efectos exógenos sobre el valor del dólar en contexto internacional.

Estructura del sistema híbrido

Ambos modelos fueron integrados en una arquitectura combinada que permite:

- Consultar ambos motores predictivos para una fecha determinada.
- Obtener un promedio ponderado de sus estimaciones.
- Detectar discrepancias entre enfoques internos y externos.
- Generar una recomendación técnica para cada caso.

Validación técnica y rendimiento del sistema

Separación temporal del dataset

- Se utilizó una partición cronológica del conjunto de datos:
 - **Entrenamiento:** hasta diciembre 2023.

- **Evaluación:** enero 2024 a mayo 2025.
- El conjunto de test sirvió para validar la capacidad del sistema en horizonte real.

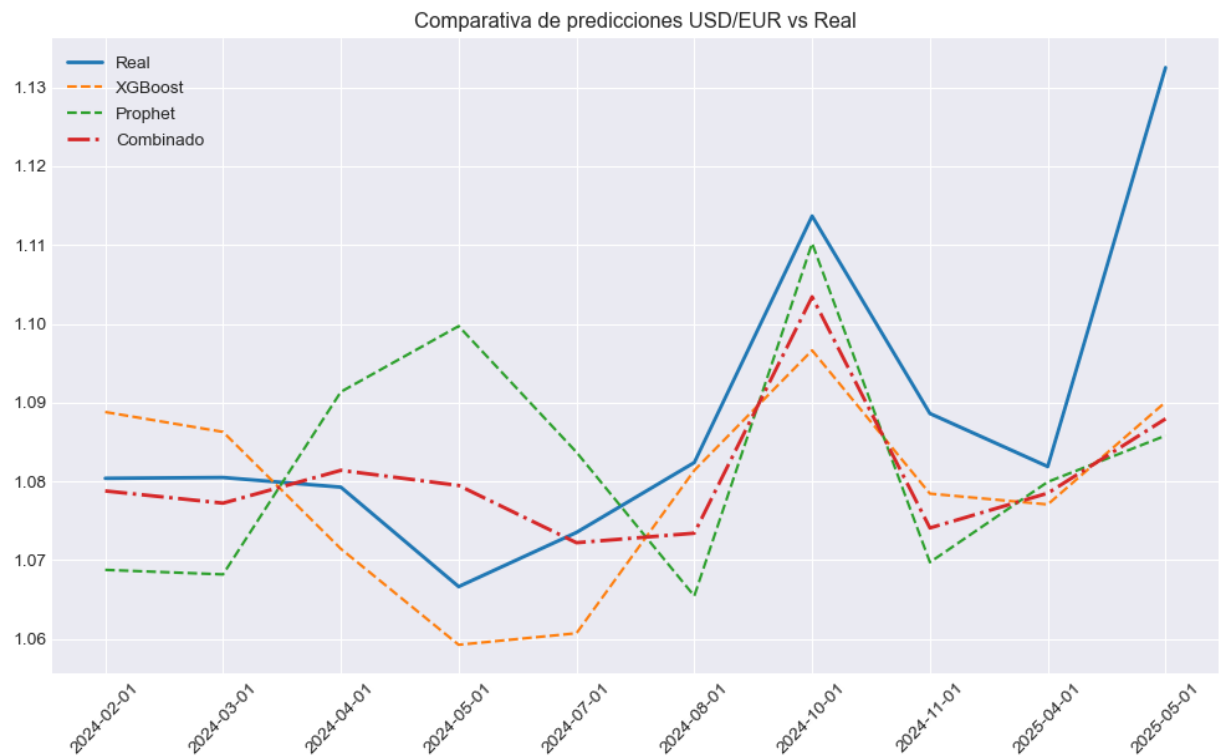
Métricas de rendimiento

Se evaluaron tres configuraciones: XGBoost, Prophet y la combinación de ambos. Las métricas clave fueron:

Métrica	XGBoost	Prophet	Combinado
MAE	0.0118	0.0135	0.0102
RMSE	0.0161	0.0179	0.0140
MAPE	1.07%	1.35%	0.98%
R ²	0.2700	0.2200	0.3600

Visualización comparativa

- El valor real del tipo de cambio.
- Las predicciones de Prophet y XGBoost.
- La curva media combinada.



La visualización confirma que el modelo combinado logra mayor proximidad a los valores reales en la mayoría de los casos, validando la utilidad del enfoque híbrido.

Exportación operativa

Todo el sistema se empaquetó en un archivo portable (sistema_usdeur.pkl) que puede integrarse en notebooks, dashboards o aplicaciones externas sin necesidad de reentrenamiento.

Simulación de escenarios y aplicación estratégica

Generación de escenarios futuros

A partir del sistema de predicción, se simularon tres trayectorias posibles para el valor del dólar en los próximos tres años:

- **Escenario positivo:** estabilidad internacional, crecimiento económico sostenido, políticas monetarias expansivas.
- **Escenario neutro:** continuidad de las tendencias actuales sin perturbaciones significativas.
- **Escenario negativo:** tensiones geopolíticas, crisis financieras o disrupciones estructurales.

Cada escenario incorpora valores proyectados en las variables macroeconómicas, simulando su impacto sobre el tipo de cambio mediante el modelo XGBoost y contrastándolo con el comportamiento histórico representado por Prophet.

Evaluación de riesgos y recomendaciones

El sistema proporciona:

- Predicciones por fecha bajo distintas condiciones.
- Evaluación de coherencia entre modelos.
- Recomendaciones operativas para cada contexto.

Esto permite una toma de decisiones más informada en la **gestión de divisas**, **presupuestos en moneda extranjera**, y **estrategias de cobertura financiera**.

Conclusiones

Síntesis del desarrollo

El presente proyecto ha culminado con la construcción de un sistema predictivo híbrido para estimar la evolución del tipo de cambio USD/EUR, integrando modelos temporales y supervisados en una arquitectura modular, replicable y validada técnicamente. El proceso incluyó:

- Preparación y enriquecimiento del conjunto de datos con variables macroeconómicas y rezagadas.
- Entrenamiento de dos modelos complementarios: Prophet (modelo temporal) y XGBoost (modelo multivariable exógeno).
- Validación estructurada sobre conjunto de test (enero 2024 – mayo 2025), con métricas comparativas entre enfoques.
- Desarrollo de una función de consulta inteligente que evalúa el comportamiento de ambos modelos para fechas específicas, detecta discrepancias y genera recomendaciones operativas.
- Exportación del sistema completo en formato portable (.pkl) para despliegue en entornos de análisis, simulación o aplicaciones web.

Valor añadido

El sistema proporciona una herramienta confiable para el análisis y proyección del mercado de divisas, con las siguientes ventajas:

- **Flexibilidad metodológica:** permite incorporar nuevos indicadores o ajustar la arquitectura sin rehacer el núcleo.
- **Precisión mejorada:** la combinación de modelos reduce el error absoluto y mejora la capacidad explicativa frente a modelos individuales.
- **Interpretabilidad:** los resultados pueden visualizarse y justificarse con métricas cuantitativas y curvas comparativas.
- **Aplicación estratégica:** la simulación de escenarios permite anticipar riesgos, preparar decisiones de cobertura y optimizar planificación financiera en entornos volátiles.

Limitaciones y margen de mejora

- La precisión de los modelos depende de la calidad y actualización de los datos macroeconómicos.

- Prophet, al ser un modelo descompositivo, puede tener limitaciones ante eventos disruptivos no observados históricamente.
- El modelo XGBoost no incorpora eventos estructurales o geopolíticos implícitos sin que sean representados en variables cuantificables.

Para mejorar el sistema, se propone:

- Incorporar fuentes dinámicas de datos en tiempo real (series de Bloomberg, FRED, etc.).
- Evaluar nuevos modelos no lineales como redes neuronales recurrentes (RNN, LSTM).
- Aplicar metodologías de ensemble más sofisticadas para ponderar los modelos según contexto.

App en Streamlit

La aplicación desarrollada en Streamlit representa la capa visual y operativa del sistema predictivo USD/EUR. Esta interfaz permite interactuar con el modelo híbrido implementado —que combina técnicas de aprendizaje supervisado (XGBoost) y series temporales (Prophet)— y realizar análisis comparativos con predicciones externas del mercado.

Funcionalidades principales

- **Selección dinámica de fecha:** El usuario puede seleccionar cualquier mes desde 2025 hasta 2028 para obtener una predicción personalizada.
- **Predicción automática:** El sistema evalúa esa fecha utilizando variables macroeconómicas, procesadas por ambos modelos, y genera:
 - Estimación XGBoost
 - Estimación Prophet
 - Promedio combinado
 - Desviación porcentual entre modelos
- **Diagnóstico estratégico:** Se incluye un mensaje interpretativo que orienta sobre coherencia, volatilidad y oportunidad de cobertura cambiaria.

Comparativa con predicciones externas

Como elemento validatorio adicional, la app incorpora predicciones de fuentes especializadas. Para cada mes seleccionado, se compara el promedio estimado del modelo interno contra proyecciones publicadas por:

- Traders Union: utilizando indicadores técnicos (RSI, MACD, medias móviles, análisis de ondas).
- FXStreet: predicciones basadas en consenso de analistas y sentimiento de mercado.
- LiteFinance: análisis técnico y fundamental con visión diaria y mensual.
- PrecioHoy: estimaciones estadísticas de cierre mensual.

Estas cifras externas se integran de forma manual mediante un diccionario que cubre cada mes hasta diciembre de 2028. El sistema genera alertas visuales si el modelo:

- Está alineado con las fuentes externas.

- Sobreestima el USD frente al EUR.
- Subestima el USD frente al EUR.

Los mensajes están estilizados con colores temáticos que garantizan legibilidad y coherencia visual corporativa.

Evaluación técnica del sistema

La app incluye un bloque gráfico con métricas de rendimiento del modelo como MAE, RMSE, MAPE y R^2 . Esta sección presenta la eficacia del sistema al predecir el comportamiento del tipo de cambio en distintos contextos económicos.