

Análisis y pronóstico del tipo de cambio mediante redes neuronales profundas

Autores: **Jonathan Garita** y César Ulate

25 de noviembre, 2024

BC BANCO
CR CENTRAL DE
COSTA RICA

 **JORNADAS DE
INVESTIGACIÓN
ECONÓMICA 2024**

“Las ideas aquí expresadas son de los autores y no necesariamente representan las del Banco Central de Costa Rica”.

La variable de interés: El tipo de cambio

Gráfico: Tipo de cambio (Promedio ponderado Monex)



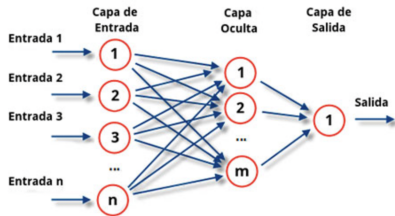
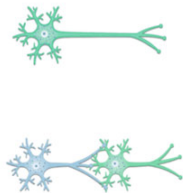
Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR.

- El estudio del mercado cambiario es fundamental para la formulación de políticas monetarias y macroprudenciales.
- El análisis a corto plazo presenta retos específicos, como la **estacionalidad**, los **choques transitorios** y la **autocorrelación**, que generan dinámicas temporales que se diluyen en horizontes de estudio más largos.
- El objetivo es desarrollar un modelo que capture la dinámica diaria del tipo de cambio.
- Este proyecto implementa **Redes Neuronales Profundas** para analizar el mercado cambiario **MONEX** utilizando datos de alta frecuencia (diarios).

- Se utilizan datos diarios de acceso público para calibrar algoritmos de aprendizaje profundo, lo cual permite:
 - ① Aprovechar la riqueza de información ofrecida al público por el BCCR.
 - ② Realizar un análisis como **agente externo** del mercado cambiario.
- Para evitar el **sobreajuste** del modelo, se utiliza una calibración basada en ventanas de proyección móviles de **cinco días**.
- El ejercicio de proyección garantiza la validez de un modelo económicamente atóxico. **Estas proyecciones no tienen fines normativos dentro del BCCR.**
- Este estudio complementa el catálogo de herramientas desarrolladas por el BCCR para un entendimiento integral del mercado cambiario costarricense, mediante diversas estrategias y horizontes de análisis.

Redes Neuronales Profundas

- Uno de los principales desafíos al analizar mercados cambiarios a muy alta frecuencia es combinar de manera eficiente y objetiva múltiples fuentes de información.
- Los algoritmos de aprendizaje automático han demostrado ser herramientas útiles en la literatura macro-financiera (Triebe et al., 2021; Dell, 2024).
- Las **redes neuronales profundas** son sistemas adaptativos organizados en capas que permiten a las computadoras identificar patrones y modelar relaciones complejas para predecir variables objetivo.



Estructura red neuronal. Cada circunferencia roja representa una neurona.

Estructura del Modelo

- El modelo se compone de módulos que contribuyen de manera aditiva a la comprensión y proyección del tipo de cambio \hat{Y}_t .

$$\hat{Y}_t = A_t + T_t + S_t + E_t + R_t$$

- A_t : Componente autorregresivo.
 - T_t : Tendencia lineal por tramos, con detección automática de puntos de cambio.
 - S_t : Estacionalidad anual y semanal, estimada mediante términos de Fourier.
 - E_t : Eventos temporales recurrentes, como feriados en Costa Rica y Estados Unidos. Incluye el efecto quincena en dos momentos del mes.
 - R_t : Variables explicativas con variabilidad diaria.
- Cada módulo cuenta con entradas y procesos de modelado específicos.
- El algoritmo identifica los parámetros clave que gobiernan cada módulo, maximizando la proximidad entre las predicciones y el tipo de cambio observado.

Variables Explicativas

- Se consideran los valores diarios de las siguientes variables:
 - Monto total negociado en Monex.
 - Requerimientos netos del SPNB (compras netas).
 - Compras netas del BCCR en Monex, desglosadas en requerimientos del SPNB, operaciones propias y de estabilización.
 - Compras netas en ventanilla.
 - Último tipo de cambio negociado el día anterior.

Calibración del Modelo

Calibración Inicial:

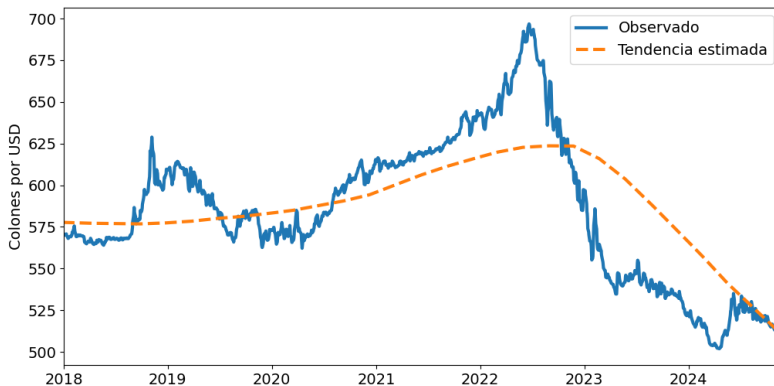
- Se define un conjunto de datos de validación (últimos 90 días hábiles) para determinar la malla de parámetros y los rezagos de las variables explicativas inicial.
- Esto permite al algoritmo centrarse en la dinámica reciente del tipo de cambio y prevenir riesgos de sobreajuste o calibraciones sin sentido económico.

Calibración Final:

- Se entrena el modelo utilizando la totalidad de los datos disponibles.
- El resultado es un conjunto de parámetros que evalúan la importancia relativa de factores como la tendencia, estacionalidad y las variables explicativas, junto con sus rezagos.
- Con base en la información más reciente, ¿cuál es la dinámica esperada del tipo de cambio para los próximos cinco días hábiles?

El comportamiento reciente del tipo de cambio se alinea con la tendencia inferida

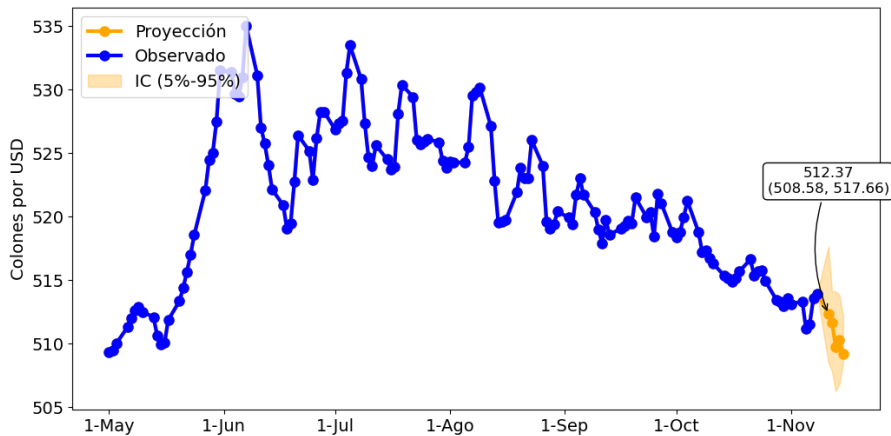
Gráfico: Tipo de cambio y tendencia inferida



Fuente: Elaboración propia.

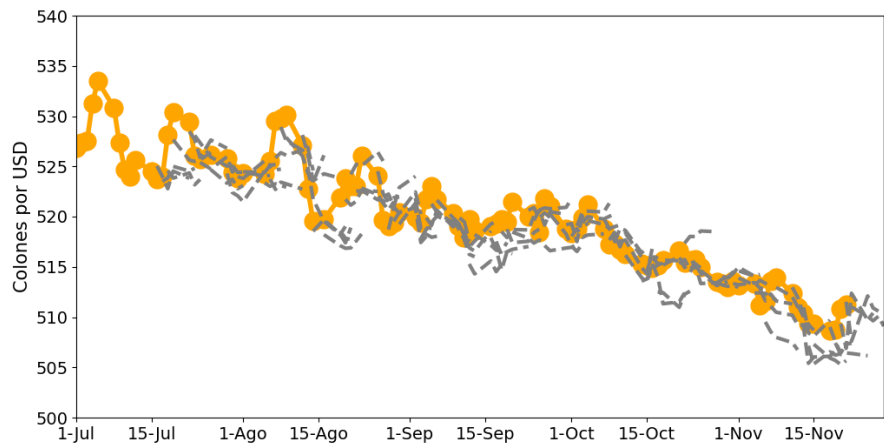
Proyección de cinco días

Gráfico: Tipo de cambio observado al 8 de noviembre de 2024 y proyección de cinco días adelante



Alta precisión en proyecciones de cinco días

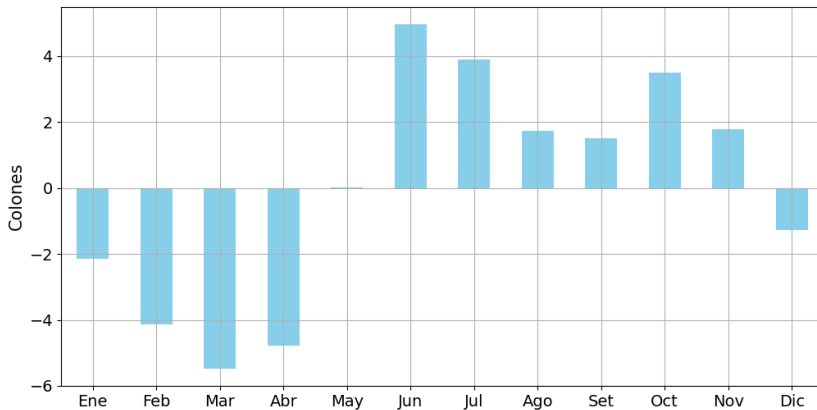
Gráfico: Tipo de cambio observado y proyecciones móviles a cinco días



Fuente: Elaboración propia.

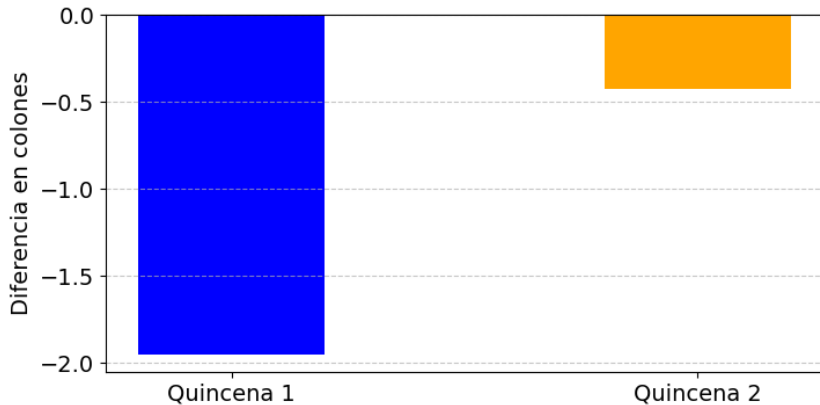
Estacionalidad marcada a lo largo del año

Gráfico: Componente estacional inferido (Promedio mensual)



Fuente: Elaboración propia.

El modelo sugiere un efecto quincena significativo

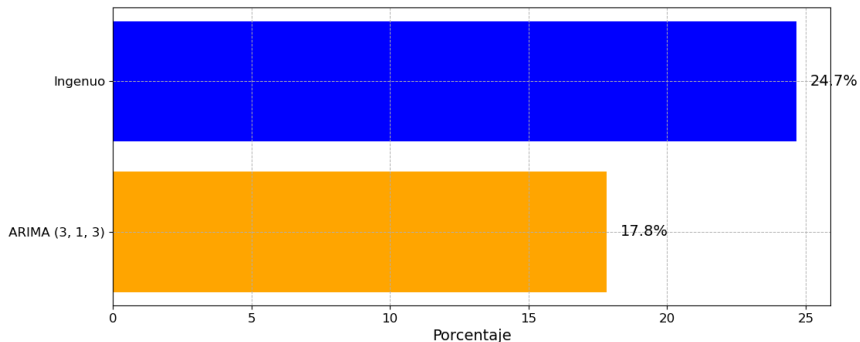


Fuente: Elaboración propia.



El modelo muestra una mejora significativa en precisión frente a alternativas estándar

Gráfico: Ganancia en eficiencia de predicción (Diferencia % de la Raíz del Error Cuadrático Medio)



Fuente: Elaboración propia.

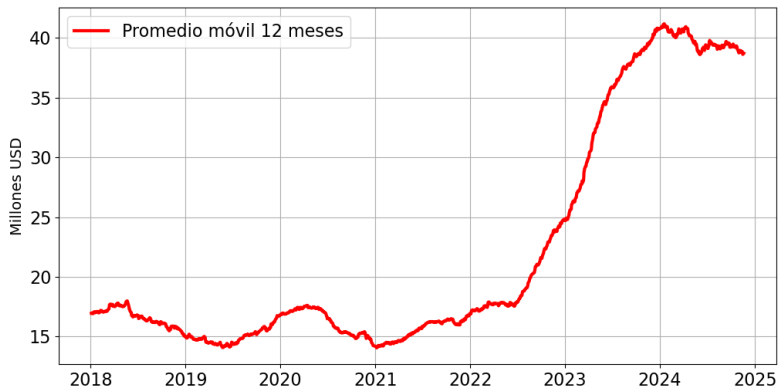
- Presentamos un algoritmo que sistematiza el análisis del tipo de cambio y que usa datos públicos de alta frecuencia.
- Los resultados del modelo indican que estos métodos pueden complementar las herramientas existentes para la toma de decisiones en distintos contextos.
- Es fundamental acompañar estos métodos con análisis teóricos y estructurales para comprender los factores económicos que determinan el comportamiento de los agentes en el mercado cambiario costarricense.

Análisis y pronóstico del tipo de cambio mediante redes neuronales profundas

Autores: Jonathan Garita y César Ulate

25 de noviembre, 2024

Gráfico: Monto negociado en Monex



Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR.

[Regresar](#)

Gráfico: Requerimientos (compras) neto del SPNB



Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR.

[Regresar](#)

Gráfico: Compras netas del BCCR en Monex

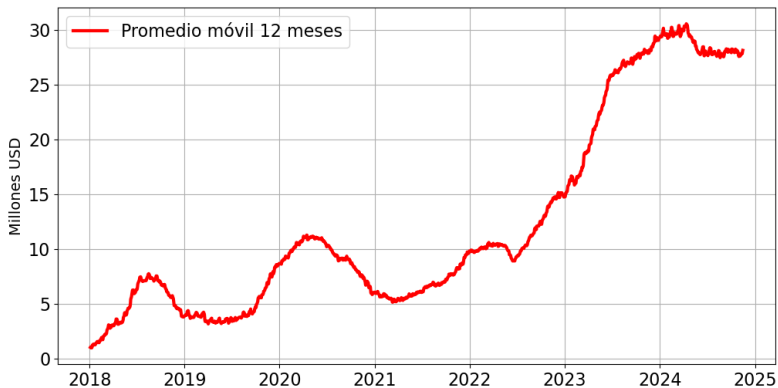


Nota: Agrega la participación del BCCR por concepto de operaciones de estabilización, operaciones propias y gestión de requerimientos del SPNB.

Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR.

[Regresar](#)

Gráfico: Compras neta en ventanillas



Fuente: Elaboración propia con datos del BCCR.

[Regresar](#)