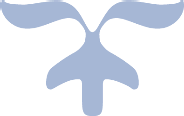


PROYECTO PRIMER BIMESTRE

Pronóstico de Precios de Criptomonedas





|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Contenido** |  |
| [**OBJETIVOS**](#_bookmark0) |  | [1](#_bookmark0) |
| [**MARCO TEÓRICO**](#_bookmark1) |  | [1](#_bookmark1) |
| [**PRERREQUISITOS**](#_bookmark2) |  | [1](#_bookmark2) |
| [**DESARROLLO**](#_bookmark3) |  | [1](#_bookmark3) |
| [**CONCLUSIONES**](#_bookmark4) |  | [1](#_bookmark4) |
| [**RECOMENDACIONES**](#_bookmark5) |  | [1](#_bookmark5) |
| [**REFERENCIAS**](#_bookmark6) |  | [1](#_bookmark6) |

**OBJETIVOS**

* *Analizar el comportamiento de las criptomonedas y mostrar que se pueden estimar sus precios por medio de técnicas de métodos numéricos.*
* *Aplicar los temas de métodos numéricos a un problema de la vida real.*

**MARCO TEÓRICO**

**Regresión Polinomial por Mínimos Cuadrados**

Es una técnica de ajuste de curvas que permite modelar relaciones no lineales entre una variable independiente **X** y una dependiente **Y**. El método de mínimos cuadrados consiste en encontrar los coeficientes del polinomio que minimizan la suma de los cuadrados de los errores entre los valores reales y los valores predichos por el modelo.

Para un polinomio de grado n, la forma general es:

𝑃(𝑥) = 𝑎

0

+ 𝑎

1

2

𝑥 + 𝑎 𝑥

2

𝑛

+... + 𝑎 𝑥

𝑛

El sistema de ecuaciones resultante se resuelve mediante álgebra matricial.

**Método de Euler hacia adelante**

El método de Euler es una técnica de aproximación numérica para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias. Se utiliza para predecir el valor futuro de una variable, dadas su tasa de cambio (derivada) y su valor actual.

La fórmula básica es:

𝑦 = 𝑦 + ℎ \* 𝑓(𝑥 , 𝑦 )

𝑛+1 𝑛 𝑛 𝑛

𝑃

𝑛+1

= 𝑃

𝑛

1

+ ℎ \* 𝑓 (𝑡 )

𝑛

Donde:

* valor actual
* h: paso (en este caso, 1 día)
* derivada o tasa de cambio en xn

En este proyecto, se aplica para estimar el precio de cierre del día siguiente usando la derivada del polinomio ajustado.

**Aplicación en series temporales financieras**

Ambos métodos se aplican sobre series de tiempo de precios diarios, permitiendo:

* Capturar comportamientos no lineales del mercado (regresión polinómica)
* Predecir el valor siguiente de forma numérica (Euler)

**PRERREQUISITOS**

* Álgebra lineal: manejo de sistemas de ecuaciones y matrices.
* Derivación de funciones polinómicas.
* Conceptos básicos de regresión y ajuste de curvas.
* Métodos numéricos: mínimos cuadrados y diferencias finitas (Euler).
* Manejo de software para cálculos numéricos como Excel, Python (NumPy).
* Conjunto de datos históricos organizados en forma tabular.
* Registro diario de precios de cierre (y opcionalmente apertura, alto, bajo).
* Fechas en orden cronológico y sin valores faltantes.
* Manejo y entendimiento básico sobre las herramientas existentes de análisis de criptomonedas.
* Tener conocimientos básicos sobre el mercado y las criptomonedas.

**DESARROLLO**

Vamos a crear un modelo el cual tendrá como principal objetivo el predecir le precio de las criptomonedas a futuro, teniendo como antecedentes un grupo de datos. Estos datos nos muestran de cómo la moneda se ha comportado en el mercado. Todo esto pensado en que el modelo sea aplicable en un corto plazo de tiempo.

El problema con el mercado de las criptomonedas es respecto a que no conocemos como actuara en el futuro y realizar prácticas de trading como el scalping se vuelve complicado. Teniendo como principal enemigo a la probabilidad o riesgo vs beneficio. Esto lleva a que minimizar los riesgos sea lo mas importante para poder tener ganancias al realizar trading. Una forma de minimizar los riesgos es poder usar o crear herramientas que nos ayuden al análisis del mercado cripto, siendo esta la razón mas importante en la realidad para tener la necesidad de crear un modelo preventivo como el de este informe.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, el principal objetivo será reducir dicho riesgo y facilitar realizar ese tipo de actividades dentro del mundo cripto.

Dentro de este proyecto, se dispone de datos extraídos por un datasheet.

El conjunto de datos incluye un archivo CSV para cada moneda. El historial de precios está disponible diariamente desde el 28 de abril de 2013. Este conjunto de datos contiene información histórica sobre los precios de algunas de las principales criptomonedas por capitalización de mercado.

La tabla de datos extraídos se ve de la siguiente manera:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SNo | Name | Symbol | Date | High | Low | Open | Close | Volume | Marketcap |
| 1 | Aave | AAVE | 2020-10-05 23:59:59 | 55,11236 | 49,7879 | 52,67503 | 53,21924 | 0 | 89128129 |
| 2 | Aave | AAVE | 2020-10-06 23:59:59 | 53,40227 | 40,73458 | 53,29197 | 42,4016 | 583091,5 | 71011441 |

Estos datos incorporan lo siguiente:

**Fecha**: Fecha de observación

**Apertura**: Precio de apertura del día indicado

**Máximo**: Precio más alto del día indicado

**Mínimo**: Precio más bajo del día indicado

**Cierre**: Precio de cierre del día indicado

**Volumen**: Volumen de transacciones del día indicado

**Capitalización de mercado**: Capitalización de mercado en USD

Estas variables nos sirven para comprender mejor como se mueve la moneda dentro del mercado. Cada una de ellas es importante para poder concluir en un modelo mas preciso de predicción.

Pero para nuestro proyecto, vamos a trabajar con las siguientes:

**1. Fecha (Fecha de observación)**

* Uso: No es directamente útil como predictor, pero sirve para indexar la serie temporal y calcular incrementos (Δt) necesarios para el método de Euler.
* Importancia: Esencial para la implementación del método de Euler como aproximación de soluciones diferenciales.

**2. Cierre (Precio de cierre)**

* Uso: Es la variable objetivo si quieres predecir el precio futuro de Ethereum.
* Importancia: Fundamental. Puedes aplicar mínimos cuadrados para ajustar una curva (lineal o no lineal) a la evolución del cierre en el tiempo.

**3. Apertura, Máximo, Mínimo**

* Uso: Pueden usarse como variables explicativas o para construir estructuras derivadas como el rango del día (máximo - mínimo) o promedio del día.
* Importancia: Útiles si quieres mejorar la precisión del modelo y capturar la volatilidad del mercado, aunque no esenciales en una versión muy simple del modelo.

Las demás variables las usaremos como complemento para el análisis, sin embargo, no se utilizará directamente en el modelo debido a no son directamente correlacionables con el precio en un modelo numérico simple.

Nosotros vamos a poner como principal moneda de estudio debido a su historia extensa a Ethereum. Esta moneda será la principal moneda modelo, usaremos el archivo antes mencionado que contendrá los datos que necesitamos para nuestro proyecto.

El mercado de criptomonedas se caracteriza por su alta volatilidad y comportamiento no lineal. Esta complejidad limita la efectividad de modelos lineales simples para describir o anticipar su comportamiento. Por ello, se justifica el uso de métodos numéricos que permitan un análisis más realista.

En este proyecto se emplean dos enfoques complementarios:

* **Regresión polinomial por mínimos cuadrados**: para ajustar una curva al comportamiento del precio a lo largo del tiempo, identificando tendencias y variaciones.
* **Método de Euler hacia adelante**: para estimar el precio del siguiente día a partir de la derivada del polinomio ajustado (la pendiente).

Los datos utilizados deben:

* Estar organizados cronológicamente.
* No contener valores faltantes.
* Ser representativos, sin valores atípicos extremos ni datos exógenos que afecten la tendencia general.

Con esta base de datos limpia, es posible aplicar ambos métodos y obtener una visión más precisa del comportamiento de las criptomonedas.

# **Pasos para aplicar y realizar el modelo.**

**Análisis**

En esta parte del desarrollo, comenzamos separando los datos del datasheet respecto a la moneda que vamos a usar como estudio (Ethereum). Junto con esto organizamos los datos y verificamos que se encuentren íntegros, sin daños o nulos. Fijamos el numero de datos con los que vamos a trabajar además del rango de tiempo y comprender exactamente como la moneda interactúa en el mercado cripto.

Seguido comenzamos con la creación del modelo que vamos a utilizar para poder realizar las predicciones. además de que debemos ir ajustándolo a la moneda para minimizar el rango de error o falla de este. Este modelo se puede ver aplicado en un pequeño grupo de datos. Teniendo en cuenta que se debe ir ajustando referente a las necesidades que veamos necesarias en el proceso de simulación.

# **Ejemplo del Modelo Predictivo Numérico**

Supongamos que tenemos los siguientes datos ficticios de precios de cierre para 5 días consecutivos:

|  |  |
| --- | --- |
| Día (t) | Precio de Cierre P(t) |
| 1 | $26,000 |
| 2 | $26,500 |
| 3 | $26,200 |
| 4 | $26,800 |
| 5 | $27,500 |

## Ajuste con Regresión Polinómica (Mínimos Cuadrados)

A partir de estos datos, se ajusta un polinomio de grado 2 que representa la tendencia general. Aunque normalmente se realiza con álgebra matricial, aquí se muestra directamente el resultado para simplificar:

## Derivada del Polinomio

Para poder aplicar el método de Euler, se deriva la función ajustada. Esta derivada representa la tasa de cambio del precio respecto al tiempo:

## Predicción con el Método de Euler hacia Adelante

Queremos predecir el precio del día 6.  
  
Evaluamos el polinomio en t = 5:

## Resultado Final

Según el modelo aplicado, el precio estimado para el día 6 es $27,920.

**Nota**: Este modelo es una simplificación pedagógica. En entornos reales, se recomienda validar con datos extensos, optimizar el grado polinómico y considerar variables exógenas (volumen de trading).

**Simulación**

Luego de tener los datos listos, comenzamos con la creación del modelo de manera digital, programada en Python utilizando nuestros prerrequisitos antes mencionados, además de todo lo antes mencionado en el paso anterior (análisis). Esto con el objetivo de acelerar el proceso de los cálculos y disminuir el proceso de simulación al menor tiempo posible.

Dentro de este apartado realizaremos simulaciones con los datos que disponemos de nuestra moneda. Buscaremos encontrar el valor aproximado que tendrá la moneda al día siguiente, sin embargo, nosotros ya conocemos dicho valor. (Debido a que tenemos los datos recolectados).

El principal objetivo será ir ajustando el modelo por cada simulación realizada con el objetivo de ir acercándonos al valor real del siguiente día de la moneda. Dentro de este apartado es importante realizar la mayoría posible de simulaciones para mejorar su eficiencia y detectar las zonas del modelo que debemos mejorar.

**Predicción**

Finalmente, tendremos el modelo entrenado y probado con una gran cantidad de simulaciones. Este modelo tendrá un margen que debemos considerar al predecir el precio. Ahora que disponemos del modelo pulido y probado. Podemos probarlo en una situación ya con el valor real del modelo en la actualidad. El resultado será el valor de Ethereum del siguiente día. Todo esto ya aplicado en un ejercicio real, como es el scalping o un movimiento de trading básico. Finalmente, con este paso, podremos culminar con el proyecto y su objetivo principal.

Vale dejar claro que el modelo que se aplicaría seria completamente entrenado y ajustado para Ethereum. El modelo no tendría los mismos resultados o eficiencia con otras criptomonedas, ya que para eso necesitaremos realizar nuevamente el paso de simulación y nuevamente aplicarlo en una practica real y en tiempo real. Todo esto debido a que cada moneda interactúa de diferente manera dentro del mercado cripto, pero siempre manteniendo una relación con el movimiento de la moneda más influente (Bitcoin).

Sin embargo, el paso del análisis siempre se mantendrá, ya que matemáticamente podemos estimar o aproximar los valores de todas las monedas con este modelo presentado. Siempre ajustándolo a cada mercado.

Vale mencionar que también podemos aplicar otros métodos para poder crear modelos de aproximación como este. Algunos de ellos son los siguientes:

**Métodos de Ajuste y Aproximación**

**Interpolación de Lagrange o Newton**

* Estima precios entre puntos conocidos.
* Menos útil para extrapolación (predicción futura), pero sí para suavizado.

**Splines cúbicos**

* Aproximación suave por tramos.
* Ideal para series con mucha variabilidad.

**Métodos Diferenciales y de Predicción en el Tiempo**

Se basan en modelar cómo cambia una variable respecto al tiempo.

**Método de Euler**

* Aproxima soluciones a ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO).
* Bueno para simular el comportamiento a corto plazo.

**Método de Runge-Kutta (RK4)**

* Más preciso que Euler para resolver EDOs.
* Útil si tienes un modelo que relaciona la derivada del precio con el precio mismo.

**Modelos de crecimiento logístico o exponencial**

* Para modelar burbujas o crecimiento limitado del mercado.

**Otros métodos numéricos útiles**

**Optimización numérica (gradiente descendente, Newton-Raphson)**

* Para encontrar parámetros óptimos en modelos de predicción.

**Transformada de Fourier Discreta (DFT)**

* Para identificar ciclos en el precio que no son obvios a simple vista.

**Método de Monte Carlo**

* Simula miles de escenarios de evolución de precios.
* Útil para modelar incertidumbre o riesgo.

**CONCLUSIONES**

* Los métodos numéricos, como la regresión polinómica por mínimos cuadrados y el método de Euler hacia adelante, pueden aplicarse eficazmente para modelar y predecir el comportamiento de precios en series temporales financieras, como las criptomonedas.
* A pesar de su simplicidad, estas herramientas ofrecen una forma clara de interpretar la dirección y la velocidad de cambio del mercado cripto en el corto plazo.
* El ajuste de un modelo polinómico permite capturar no linealidades del mercado que los modelos lineales no pueden detectar adecuadamente.
* El método de Euler permite una proyección rápida de valores futuros, lo cual es útil para simulaciones y escenarios predictivos.
* Sin embargo, estos modelos deben considerarse aproximaciones que dependen fuertemente de la calidad de los datos y el ajuste del modelo.

**RECOMENDACIONES**

* Validar los modelos con un conjunto de datos mayor y más realista para evaluar su rendimiento en diferentes contextos del mercado.
* Probar con diferentes grados del polinomio y comparar errores de ajuste para evitar el sobreajuste o el subajuste.
* Implementar estas técnicas en entornos de programación como Python para automatizar y escalar el análisis.
* Incluir otras variables influyentes en el precio como volumen de transacción, indicadores técnicos o noticias relevantes, para mejorar el poder predictivo del modelo.
* Considerar otros métodos numéricos más avanzados o técnicas de aprendizaje automático para comparar su desempeño frente a los métodos básicos aplicados aquí.

# Referencias

J.W.Bell. (09 de 11 de 202). *Polynomial least squares multiple-model estimation: simple, optimal, adaptive, practical*. Obtenido de https://link.springer.com/article/10.1007/s42452-020-03439-x?#:~:text=Original%20least%20squares%20,32%2C7%20%2C%2034

Quiroga, I. M. (07 de 06 de 2025). *MÉTODOS NUMÉRICOS*. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/57871321/METODOS\_NUMERICOS-libre.pdf?1543384818=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMETODOS\_NUMERICOS.pdf&Expires=1749403081&Signature=DbQCi1QL9uiFjQsji~Tamx7CWZDr6L3wbmD0k25npPPx0uVdbg8dpAie5o-dJCHPl8L

Yang Zhou, C. X.-J. (24 de 02 de 2025). *Financial Innovation*. Obtenido de https://jfin-swufe.springeropen.com/articles/10.1186/s40854-025-00768-x