

Análisis y Predicción de Precios Spot en el Mercado Eléctrico Colombiano


Aplicación Python para Análisis Predictivo y Comparativo



Miller Duvan Infante Perez



Objetivos del Proyecto

- Desarrollar una herramienta computacional integral para análisis y predicción de precios spot
 - Integrar capacidades de extracción de datos, visualización y modelación predictiva
 - Establecer comparaciones con mercados internacionales
- 

Arquitectura de la Aplicación



**Programación orientada a objetos
para robustez y escalabilidad**



**Organización modular del código
mediante clases**

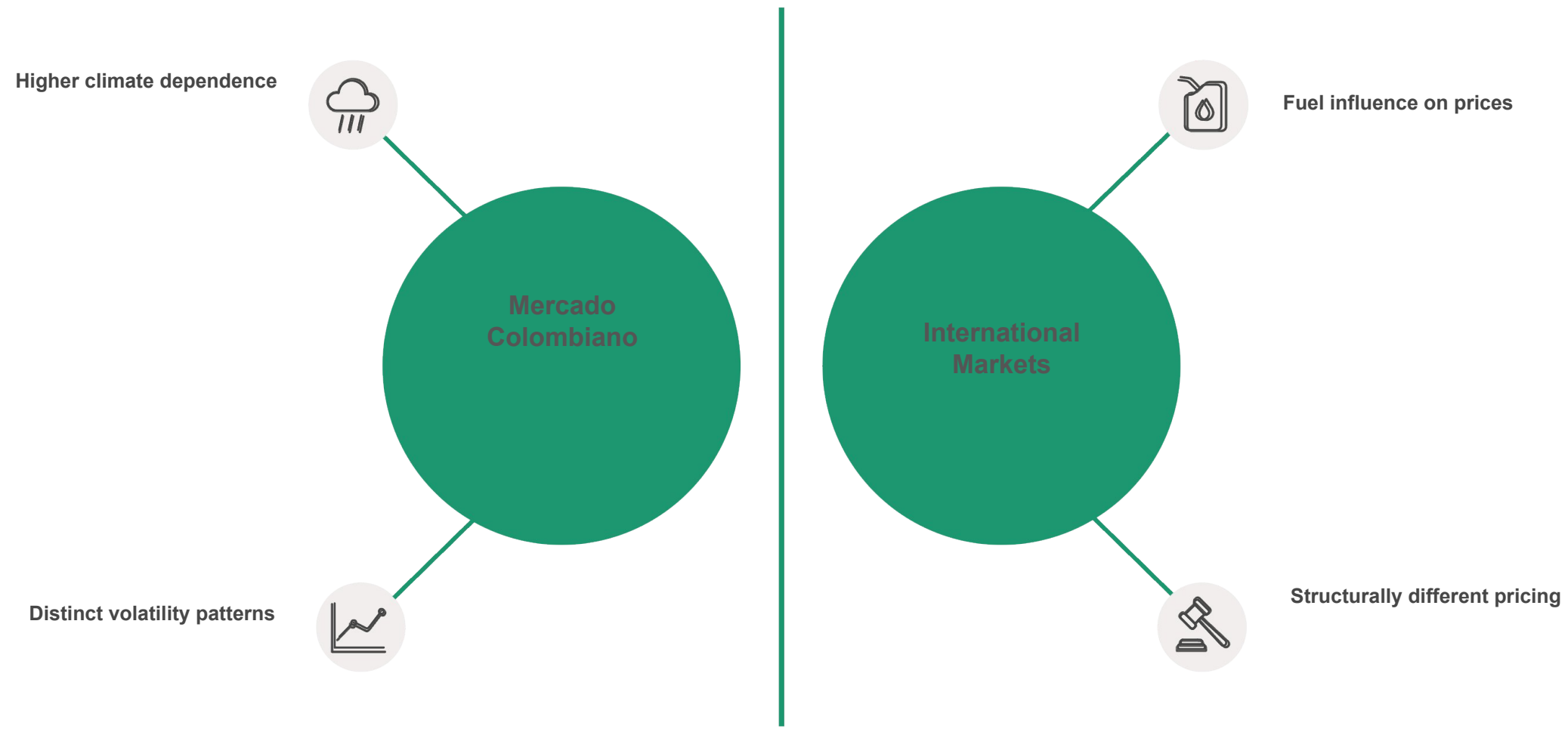


**Sistema de fallback con datos
sintéticos**



**Integración del ecosistema Python
especializado**

Diferencias Estructurales entre Mercados



Próximos Pasos y Trabajo Futuro



Incorporación de datos climáticos reales



Desarrollo de modelos híbridos más sofisticados



Implementación de técnicas de deep learning



Expansión a otros mercados energéticos regionales



Desarrollo de interfaz de usuario para stakeholders

Conclusiones Principales

- 1 Aplicación Python cumplió satisfactoriamente los objetivos planteados
- 2 Herramienta robusta desarrollada para análisis del mercado eléctrico
- 3 Bases metodológicas y técnicas establecidas para sistemas avanzados
- 4 Validación de utilidad de herramientas computacionales en mercados energéticos
- 5 Importancia de continuar refinando modelos con variables adicionales

Tecnologías y Librerías Utilizadas



Pandas

Manipulación y análisis de datos



NumPy

Computación numérica



Scikit-learn

Machine Learning (Random Forest)



Matplotlib/Seaborn

Visualización de datos



Requests

Extracción de datos de APIs

Impacto y Aplicaciones Prácticas



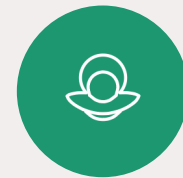
Herramienta robusta para análisis del mercado eléctrico colombiano



Base metodológica para sistemas avanzados de predicción



Validación de herramientas computacionales en mercados energéticos



Fundamento para desarrollo de sistemas más sofisticados

Limitaciones y Desafíos Identificados

Captura de Eventos Extremos

Captura de eventos extremos (spikes de precios)

Dependencia de Datos Sintéticos

Dependencia de datos sintéticos para variables críticas

Ausencia de Datos Climáticos

Ausencia de datos climáticos reales en tiempo real

Volatilidad Estocástica

Necesidad de modelos más sofisticados para volatilidad estocástica

Análisis de Volatilidad - Hallazgos Clave

Nuestro análisis de volatilidad del mercado eléctrico colombiano ha revelado los siguientes hallazgos principales:



Desviación estándar rolling de 30 días como métrica principal

Utilizamos la desviación estándar rolling de 30 días para capturar la variabilidad a corto plazo y la exposición al riesgo.



Identificación de periodos de alta volatilidad

Hemos detectado claramente los momentos de mayor inestabilidad en los precios spot, crucial para la toma de decisiones.



Correlación con eventos climáticos específicos

Existe una fuerte correlación entre los picos de volatilidad y fenómenos climáticos como El Niño o La Niña.



Patrones diferenciados entre mercados nacionales e internacionales

Los drivers de volatilidad son distintos para el mercado colombiano en comparación con otros mercados energéticos globales.

Implementación Técnica - Componentes Clave



Extracción de datos desde XM Colombia



Preprocesamiento y feature engineering



Visualizaciones especializadas (heatmaps, series temporales)



Modelo Random Forest con validación cruzada



Sistema de comparación internacional

Métricas de Desempeño del Modelo



MAE (Mean Absolute Error)

Cuantificó precisión predictiva



RMSE (Root Mean Square Error)

Evaluó magnitud de errores



Variables de lag

Alta importancia predictiva confirmada



Capacidad de captura de relaciones no lineales

Demostrada

Validez del Enfoque Integrado



Combinación efectiva de análisis teórico, herramientas computacionales y comparación internacional



Ecosistema Python permitió flujo de trabajo integrado



Arquitectura implementada sirve como base para extensiones futuras



Herramientas computacionales validadas para análisis de mercados energéticos complejos

Oportunidades de Mejora Identificadas



Incorporar modelos híbridos
(ARIMA-GARCH + Machine Learning)



Integración de datos climáticos reales



Implementar modelos de cambio de
régimen
para capturar spikes



Desarrollo de componentes de
volatilidad estocástica

Desempeño del Modelo Random Forest

Fortalezas:

- Capacidad para capturar relaciones no lineales
- Métricas MAE y RMSE cuantificaron error predictivo
- Variables de lag mostraron alta importancia predictiva

Limitaciones:

- Dificultad para capturar eventos extremos (spikes)
- Dependencia de datos sintéticos para variables críticas
- Ausencia de componentes de volatilidad estocástica

Patrones de Estacionalidad Identificados

Nuestro análisis reveló patrones claros de estacionalidad y volatilidad en los precios spot, permitiendo una comprensión más profunda del comportamiento del mercado.

Estacionalidades Confirmadas

Identificamos patrones diarios, semanales y anuales recurrentes en los precios spot, fundamentales para la predicción.

Heatmap de Precios por Hora

Un heatmap visualizó claramente los periodos de máxima demanda y precios elevados a lo largo del día y la semana.

Volatilidad Caracterizada

La volatilidad fue caracterizada mediante la desviación estándar rolling de 30 días, mostrando sus fluctuaciones temporales.

Correlación con Eventos Climáticos

Se encontró una correlación significativa entre los periodos de alta volatilidad de precios y la ocurrencia de eventos climáticos específicos.



Hallazgos Técnicos del Desarrollo

- **Arquitectura efectiva mediante POO:** El uso de Programación Orientada a Objetos facilitó un diseño modular y escalable, crucial para la robustez de la aplicación.
- **Manejo robusto de datos con sistema de fallback:** La implementación de un sistema de respaldo con datos sintéticos asegura la continuidad operativa y previene fallos por indisponibilidad de datos reales.
- **Capacidades completas de visualización:** Se desarrollaron herramientas de visualización interactivas que permiten un análisis profundo y una comprensión intuitiva de los patrones de precios.
- **Preprocesamiento esencial para calidad del análisis:** La etapa de preprocesamiento de datos resultó ser crítica para garantizar la exactitud y fiabilidad de los modelos predictivos y los análisis generados.

Objetivos Específicos

Extracción y Consolidación de Datos

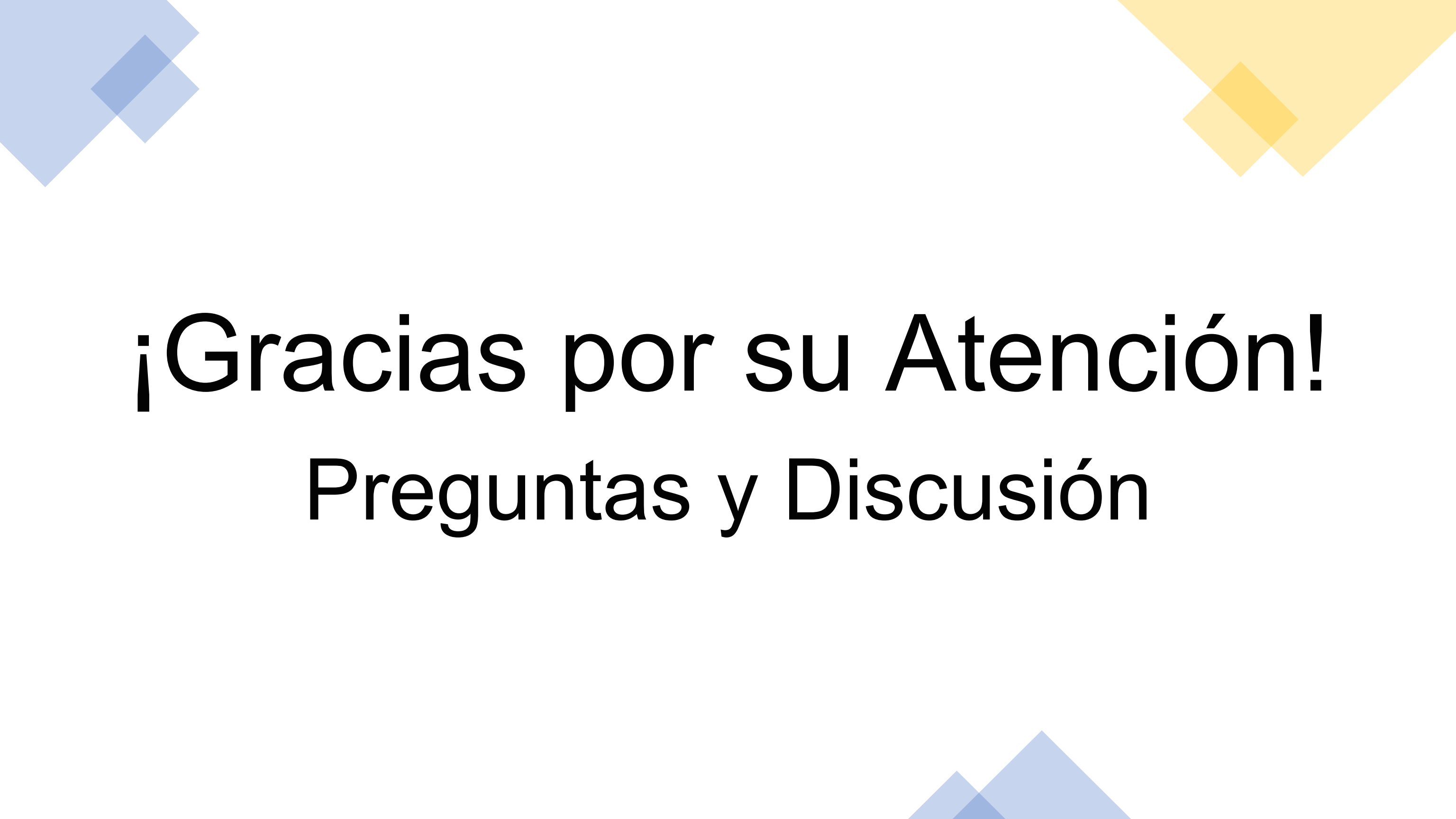
- Sistema de adquisición de datos históricos (XM Colombia)
- Datos internacionales comparativos
- Mecanismos de respaldo con datos sintéticos

Análisis Exploratorio y Visualización

- Visualizaciones temporales para patrones y tendencias
- Análisis comparativos entre mercados
- Gráficos de volatilidad y estacionalidad

Modelación Predictiva

- Modelo Random Forest para pronóstico
- Features de ingeniería temporal
- Evaluación con métricas MAE y RMSE



¡Gracias por su Atención!

Preguntas y Discusión