



ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara

Proyecto Final Análisis de Riesgo

Entrega 3

Sara Hernández Ochoa
Michelle Alejandra Gómez López
Adrian Marcelo Ballesteros Herrera
Christopher Jacob Ahumada Robles

Entrega 3 — Rendimientos y volatilidad; pruebas de normalidad y estimación de probabilidades

Requisitos mínimos:

- Estimación de rendimientos (porcentuales) y volatilidad (estimadores: sample std, estimador anualizado).
- Pruebas de normalidad sobre: rendimientos, precios, y log(precios). Usar pruebas estadísticas (Jarque-Bera, Kolmogorov–Smirnov, Shapiro–Wilk cuando aplique) y QQ-plots.
- Modelado teórico usando las ecuaciones diferenciales básicas: la ecuación dSt (modelo de movimiento geométrico browniano) y la ecuación para lnSt. Explicar supuestos y limitaciones.
- Entregables: reporte

Objetivo

El objetivo de esta entrega es analizar el comportamiento estadístico de los rendimientos financieros del portafolio a través de la estimación de su rendimiento y volatilidad, así como la evaluación de la normalidad de sus distribuciones. A través de pruebas estadísticas formales que permitan contrastar los supuestos teóricos con la evidencia empírica.

Adicionalmente, se desarrollará un modelo teórico basado en ecuaciones diferenciales estocásticas, específicamente el modelo de movimiento geométrico browniano, para describir la dinámica del precio del activo y analizar sus supuestos y limitaciones. Este enfoque busca vincular la teoría financiera con la evidencia empírica, proporcionando una base sólida para la estimación de probabilidades y la toma de decisiones en contextos financieros.

Preguntas de investigación

- ¿Qué aportan los activos con mayor y menor peso al comportamiento total del portafolio?
- ¿Qué implicaciones tendría una no normalidad en la modelación y estimación de riesgos?
- ¿Cómo se utilizará este modelo para estimar probabilidades de escenarios futuros (por ejemplo: probabilidad de superar un precio objetivo)?
- ¿Se evaluará si la distribución de rendimientos del portafolio es más cercana a la normal que la de los activos individuales?
- ¿Cómo se combinarán los rendimientos y volatilidades individuales para obtener las métricas del portafolio total?
- ¿Qué supuestos del modelo de movimiento geométrico browniano se verificarán empíricamente? (rendimientos iid, estacionariedad, volatilidad constante, etc.)

Metodología

En esta práctica se buscó analizar los rendimientos y volatilidad de un portafolio de inversión compuesto por los activos BIDU, GLD, ORCL, V y XLC, y evaluar la normalidad estadística de los rendimientos, precios y logaritmos de precios.

1. Obtención de datos:

Se descargaron los precios ajustados históricos desde *Yahoo Finance* para el periodo comprendido entre 2018-01-01 y la fecha actual, utilizando la librería *yfinance*.

2. Cálculo de rendimientos y log-precios:

- Los rendimientos porcentuales se calcularon con:

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \times 100$$

- Los log-precios se obtuvieron aplicando:

$$\ln(P_t)$$

- También se calcularon los rendimientos logarítmicos:

$$r_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$$

3. Volatilidad y anualización:

- La volatilidad muestral diaria se estimó mediante la desviación estándar de los rendimientos.
- La volatilidad anualizada se calculó como:

$$\sigma_{anual} = \sigma_{diaria} \sqrt{252}$$

- Se estimaron estas métricas para cada activo y para el portafolio ponderado según los pesos dados.

4. Pruebas de normalidad:

Para los rendimientos, precios y log(precios) se aplicaron tres pruebas estadísticas:

- Jarque–Bera (JB): evalúa curtosis y asimetría.
- Kolmogorov–Smirnov (KS): compara la distribución empírica con la normal teórica.
- Shapiro–Wilk (SW): prueba de normalidad para muestras pequeñas ($n \leq 5000$).

Se complementó con la inspección visual mediante QQ-plots.

5. Modelado teórico:

El comportamiento de los precios se contrastó con el modelo de Movimiento Browniano Geométrico (GBM):

$$dS_t = \mu S_t dt + \sigma S_t dW_t$$

Bajo este modelo, el logaritmo del precio sigue una distribución normal:

$$\ln(S_t) \sim N(\ln(S_0) + (\mu - \frac{1}{2}\sigma^2)t, \sigma^2 t)$$

Por lo tanto, el precio S_t es log-normal, coherente con la hipótesis teórica del GBM.

Resumen Ejecutivo

BIDU (Baidu Inc.)

- **Descripción:** Empresa líder en inteligencia artificial y servicios de internet en China.
- **Riesgo y volatilidad:** Históricamente presenta alta volatilidad debido a la regulación tecnológica en China y a la sensibilidad a noticias macroeconómicas.
- **Atractivo:** Potencial de crecimiento en IA, diversificación geográfica fuera de EE.UU.
- **Rol en el portafolio:** Componente de crecimiento, aporta exposición internacional y tecnológica.

GLD (SPDR Gold Shares)

- **Descripción:** ETF que replica el precio del oro físico.
- **Riesgo y volatilidad:** Activo defensivo con volatilidad moderada; tiende a comportarse como cobertura ante incertidumbre económica o inflación.
- **Atractivo:** Permite diversificación y cobertura frente a caídas del mercado accionario.
- **Rol en el portafolio:** Amortiguador de riesgos sistémicos y estabilizador de retornos.

ORCL (Oracle Corporation)

- **Descripción:** Empresa tecnológica especializada en software empresarial y servicios en la nube.
- **Riesgo y volatilidad:** Moderada; menor volatilidad relativa dentro del sector tecnológico.
- **Atractivo:** Negocio consolidado, ingresos recurrentes por suscripción, posición sólida en cloud computing.
- **Rol en el portafolio:** Componente estable dentro del sector tecnológico.

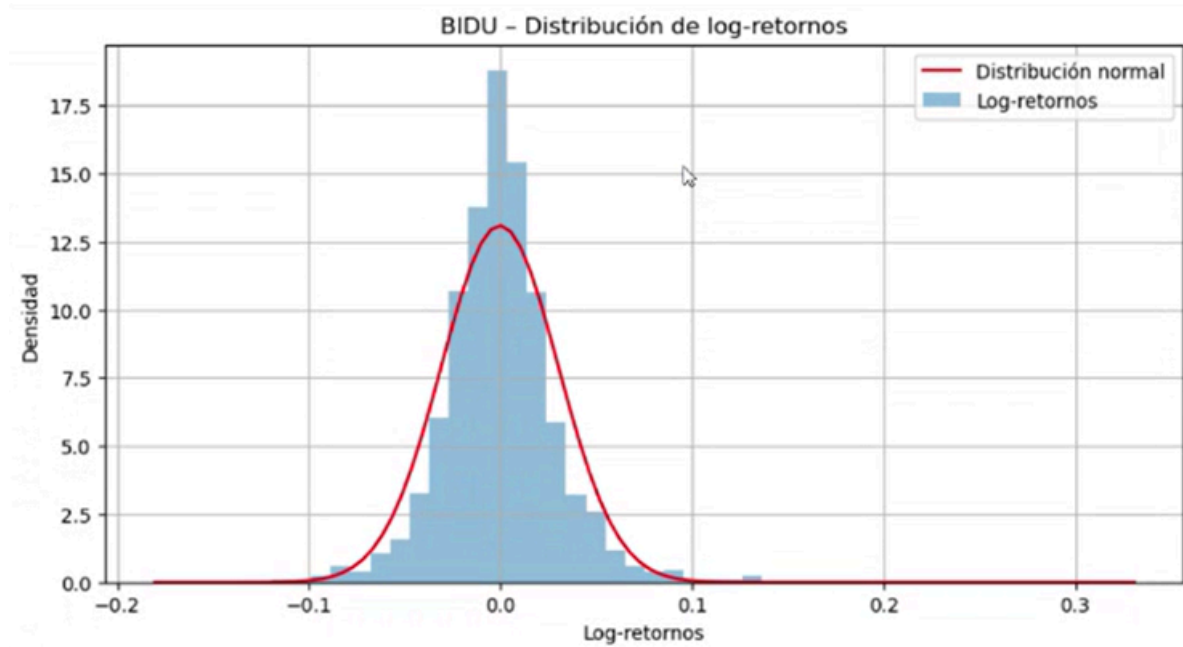
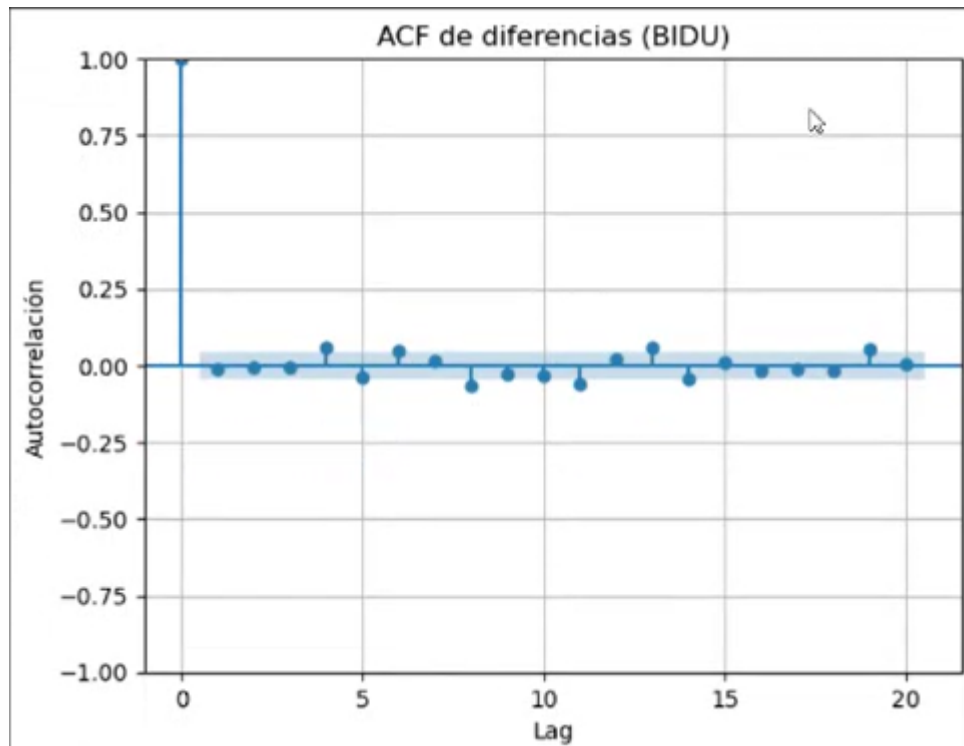
V (Visa Inc.)

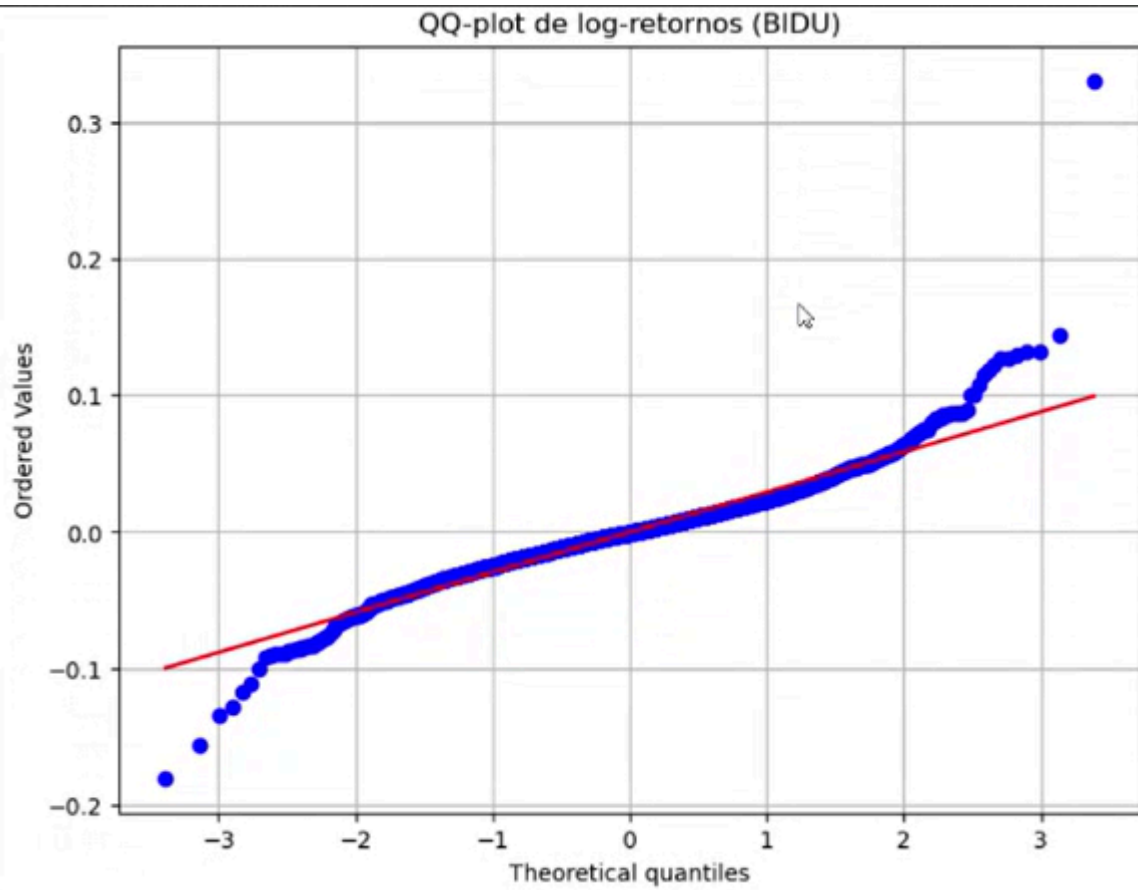
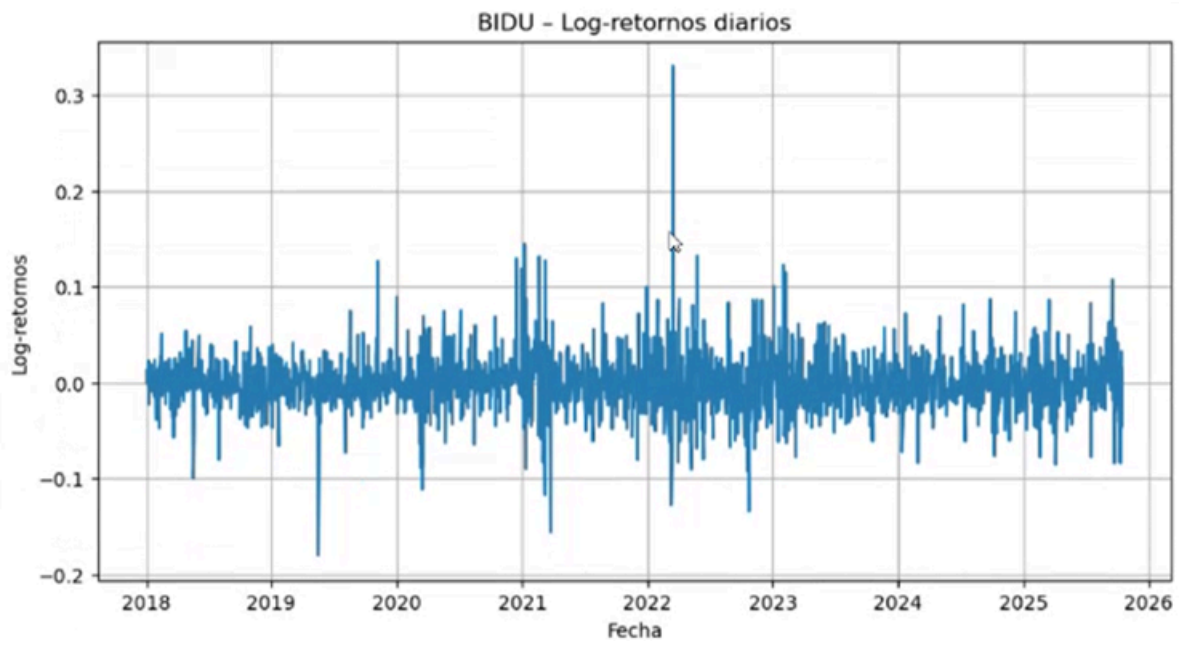
- **Descripción:** Líder global en procesamiento de pagos electrónicos.
- **Riesgo y volatilidad:** Baja a moderada, correlacionada con el ciclo económico global.
- **Atractivo:** Flujo de ingresos estable, fuerte presencia internacional y crecimiento constante.
- **Rol en el portafolio:** Activo núcleo ("core"), aportando estabilidad y retorno sostenido.

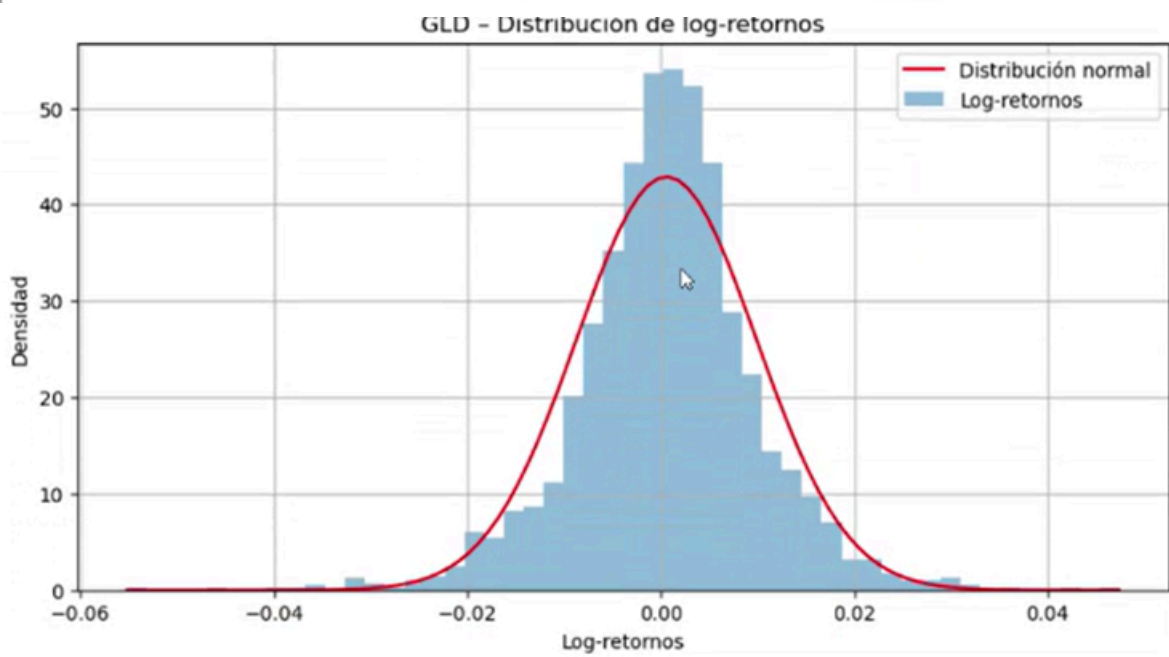
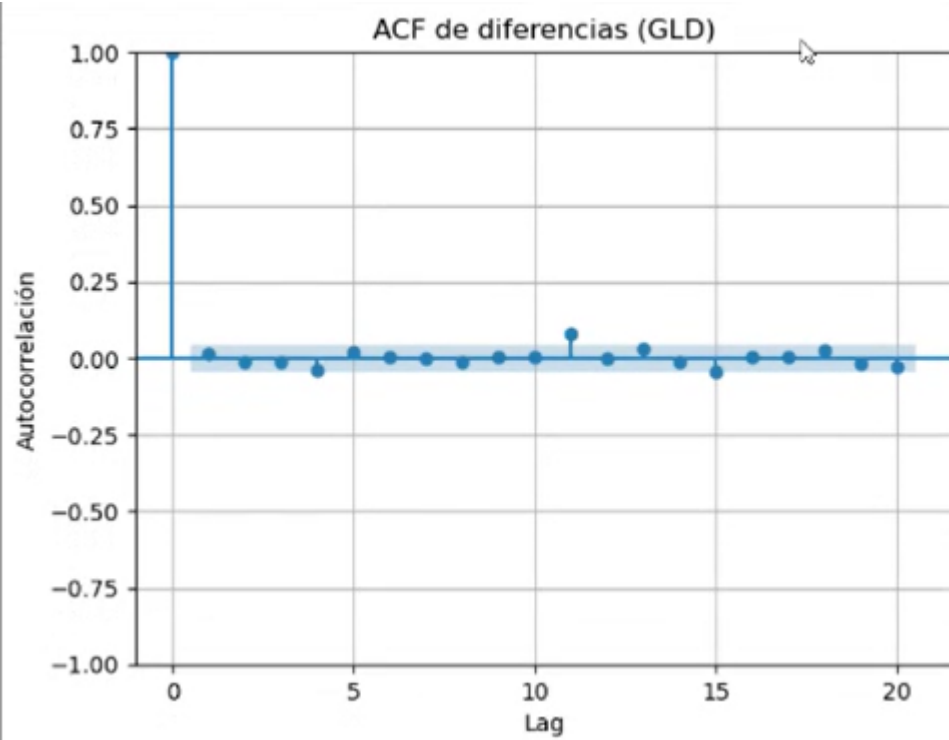
XLC (Communication Services Select Sector SPDR Fund)

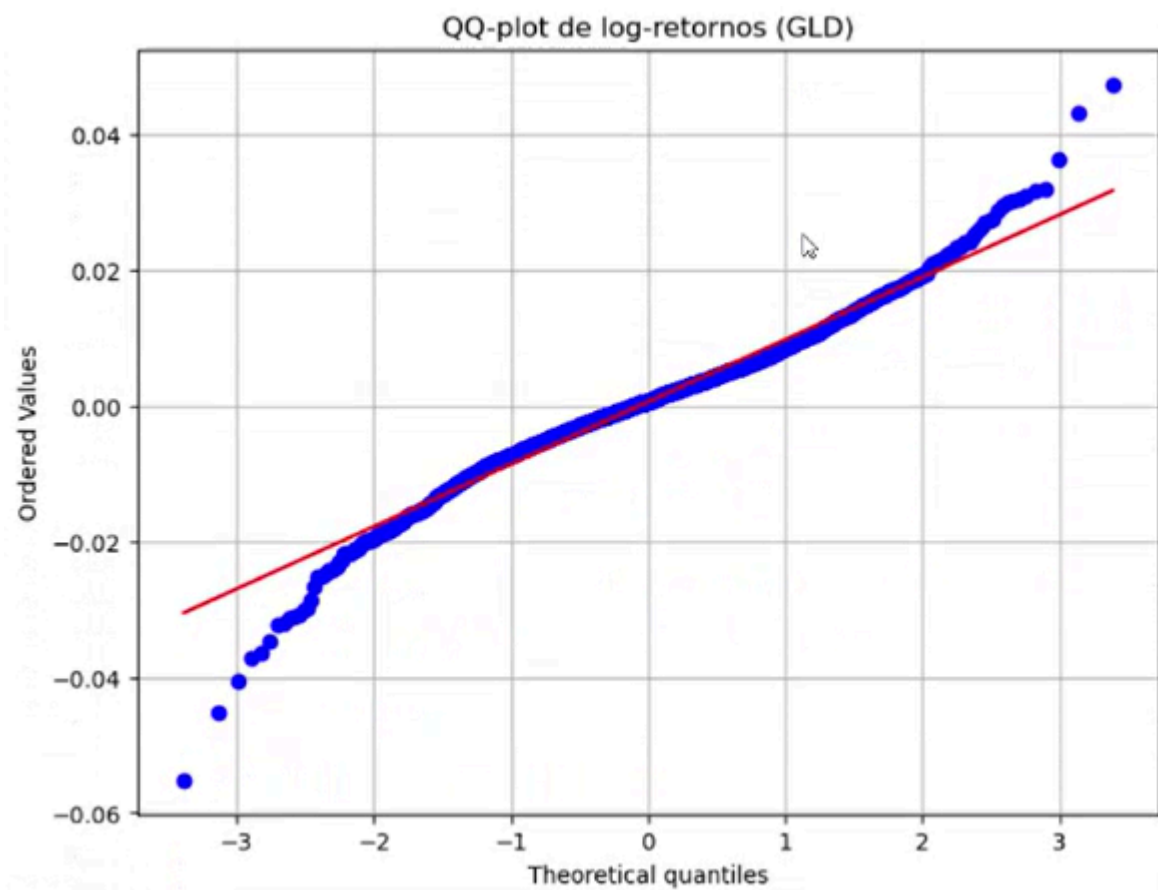
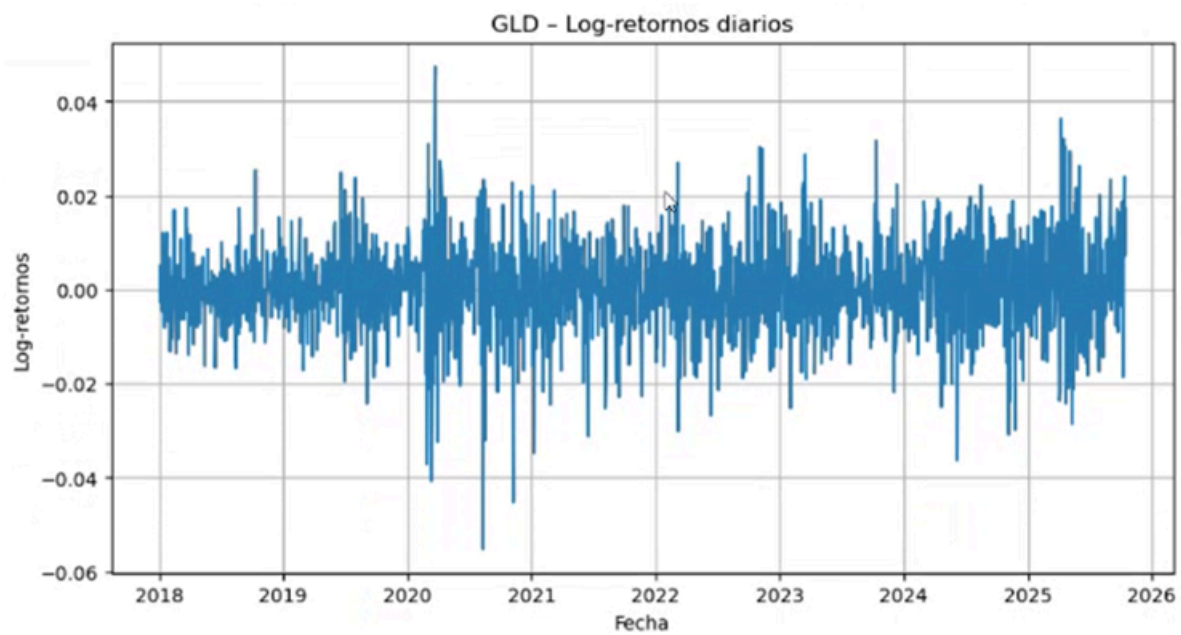
- **Descripción:** ETF que agrupa empresas del sector comunicaciones y medios en EE.UU. (por ejemplo, plataformas digitales, telecomunicaciones, entretenimiento).
- **Riesgo y volatilidad:** Moderada, sensible a cambios tecnológicos y regulatorios.
- **Atractivo:** Diversificación dentro del sector comunicación y exposición a grandes plataformas tecnológicas.
- **Rol en el portafolio:** Complemento diversificado con enfoque sectorial.

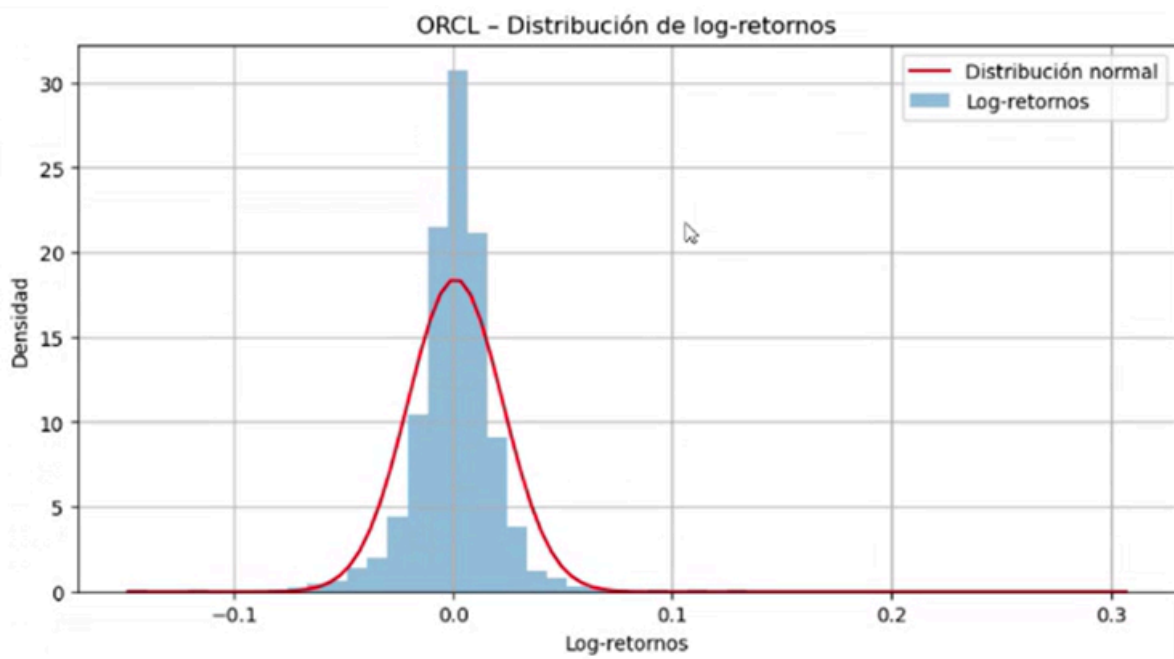
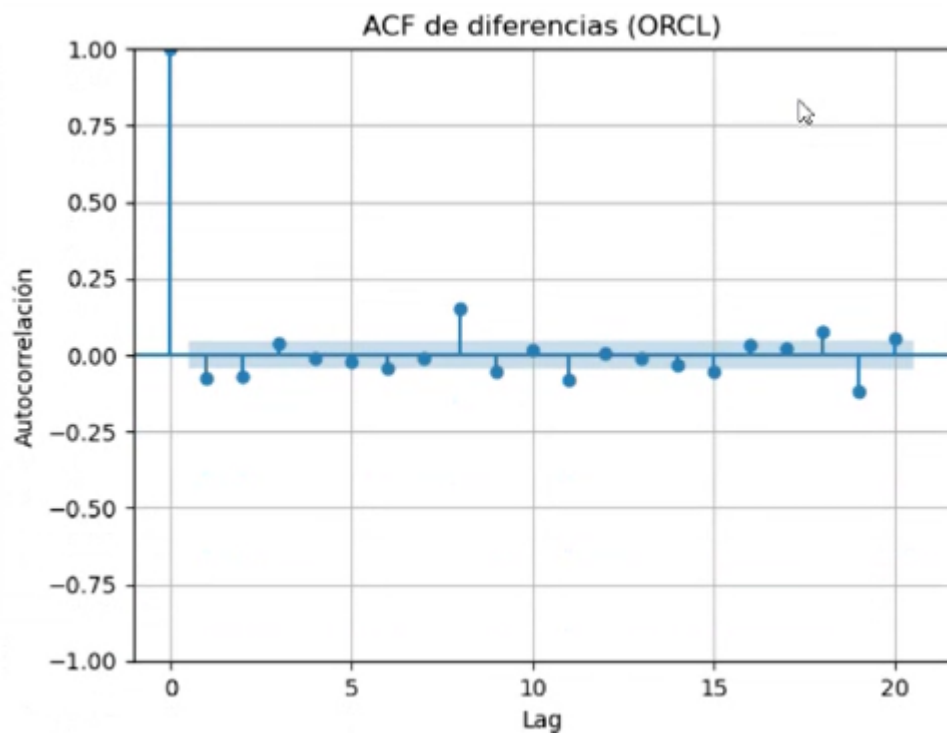
Resultados (tablas, gráficas, análisis)

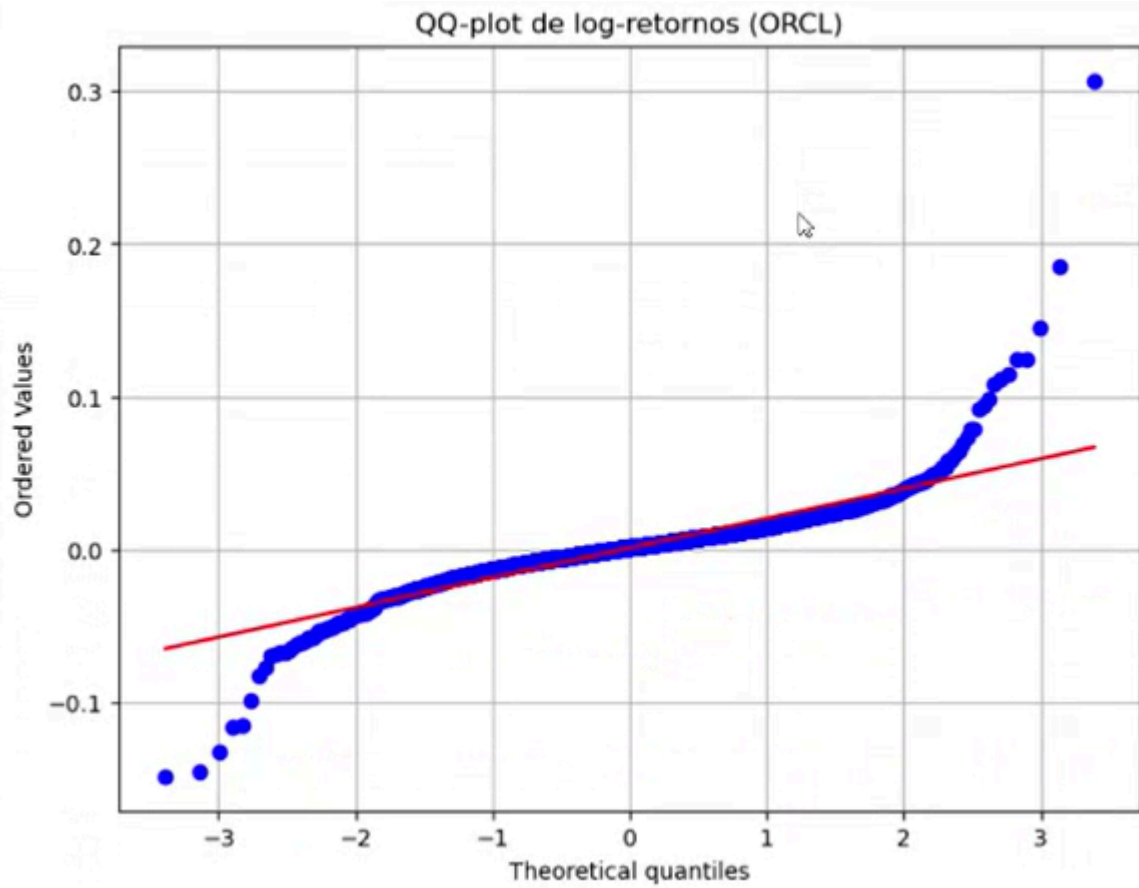
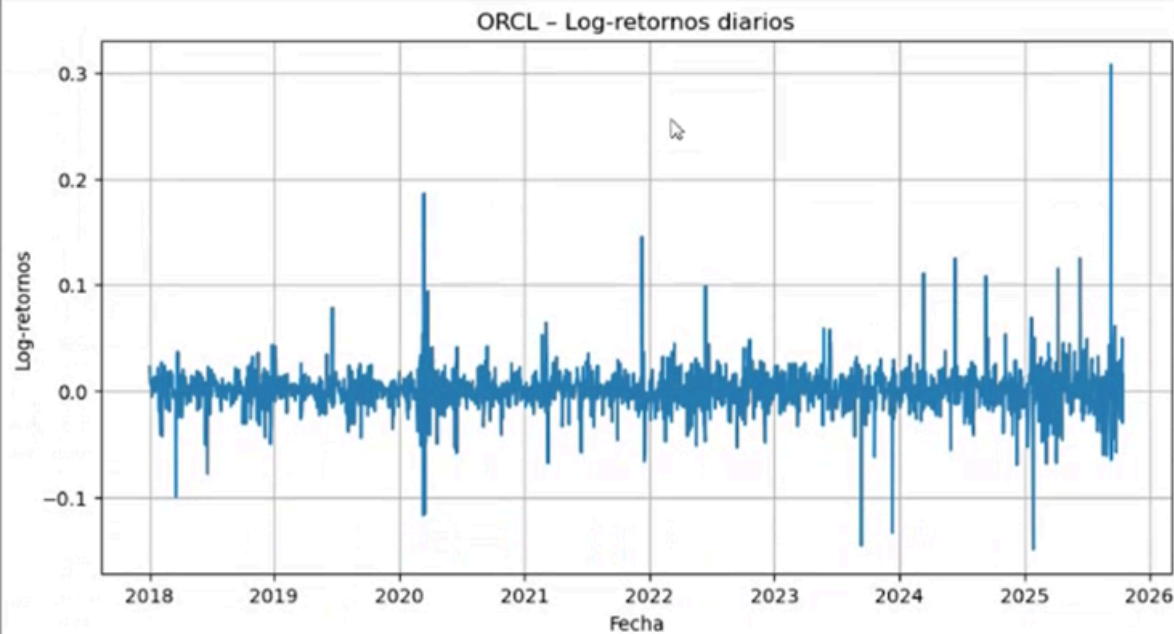


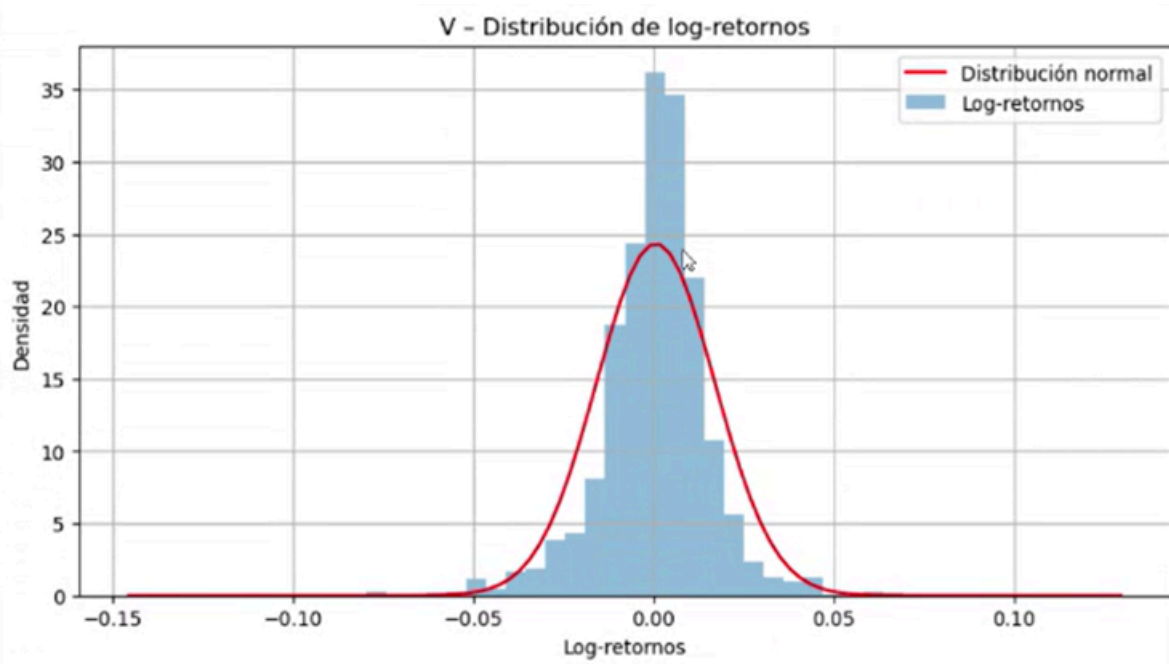
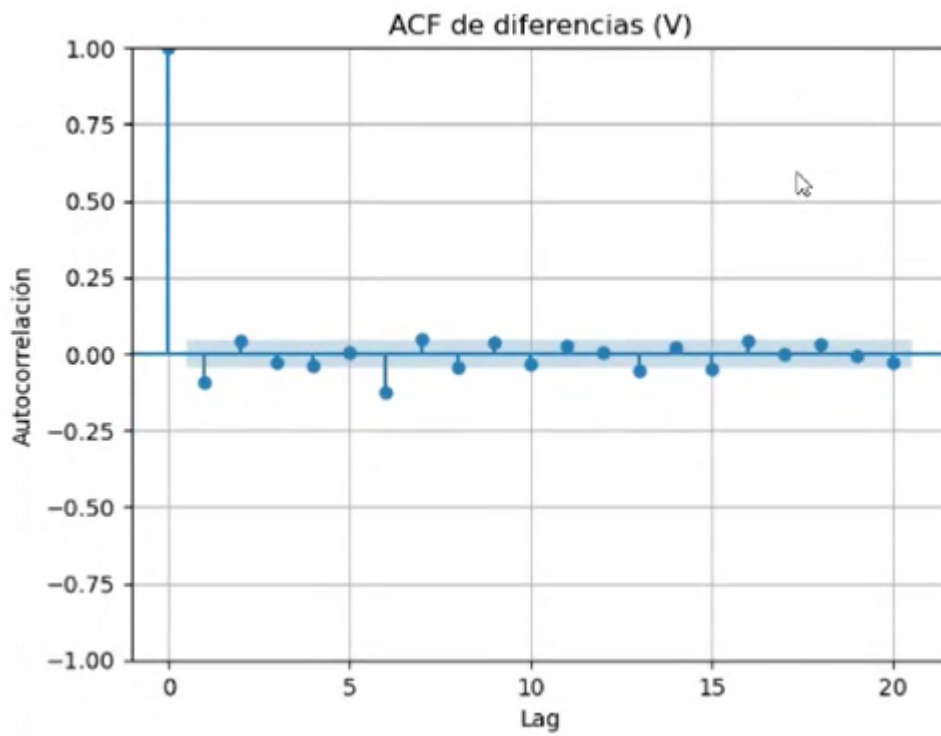


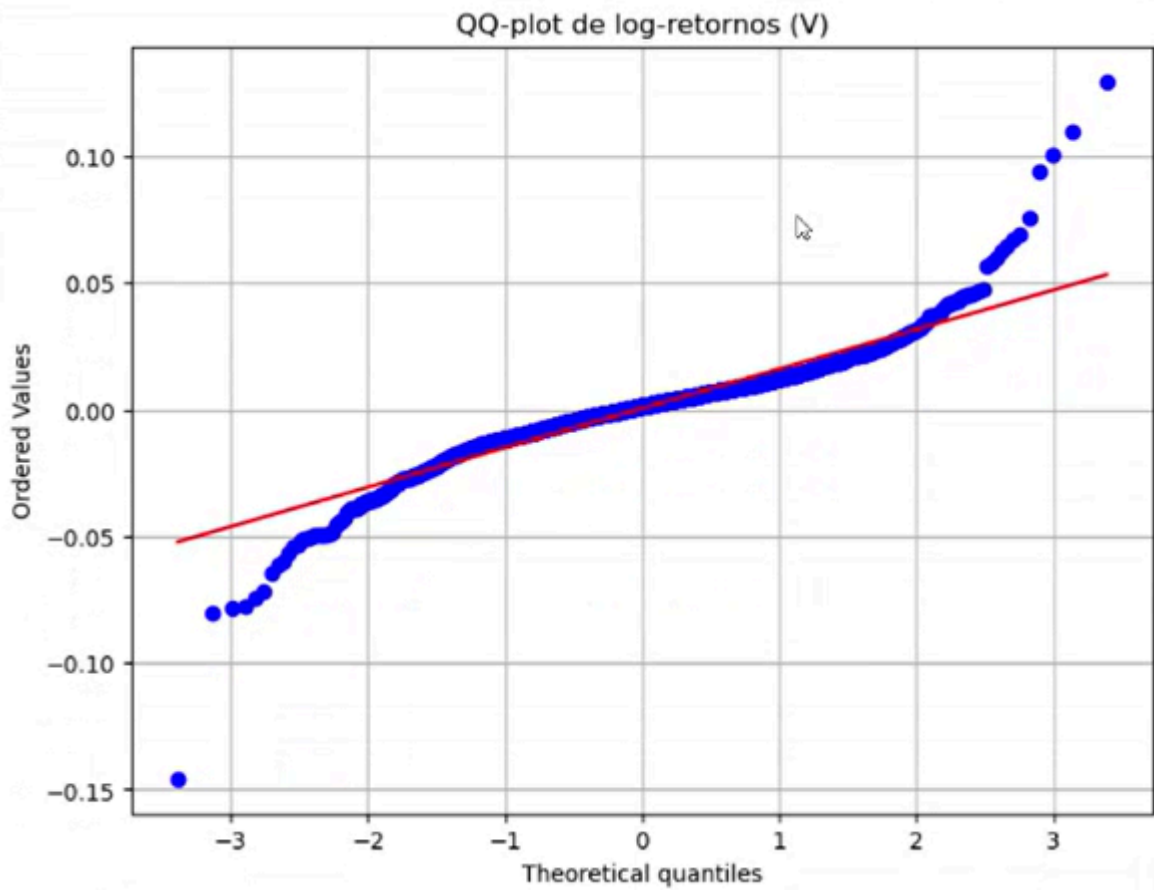
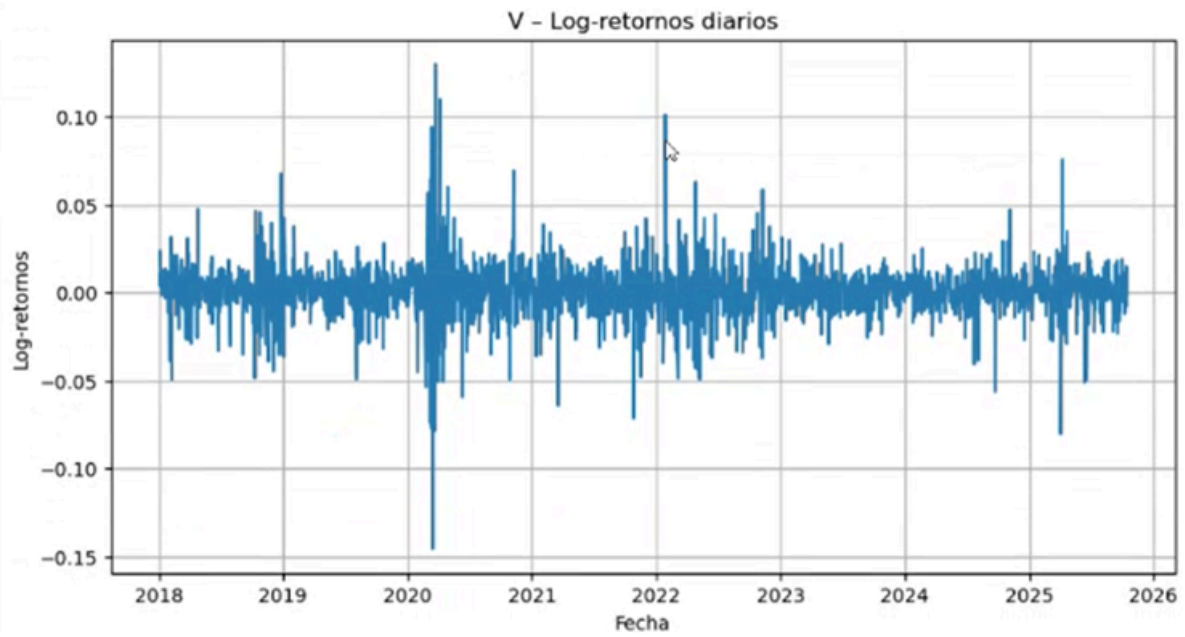


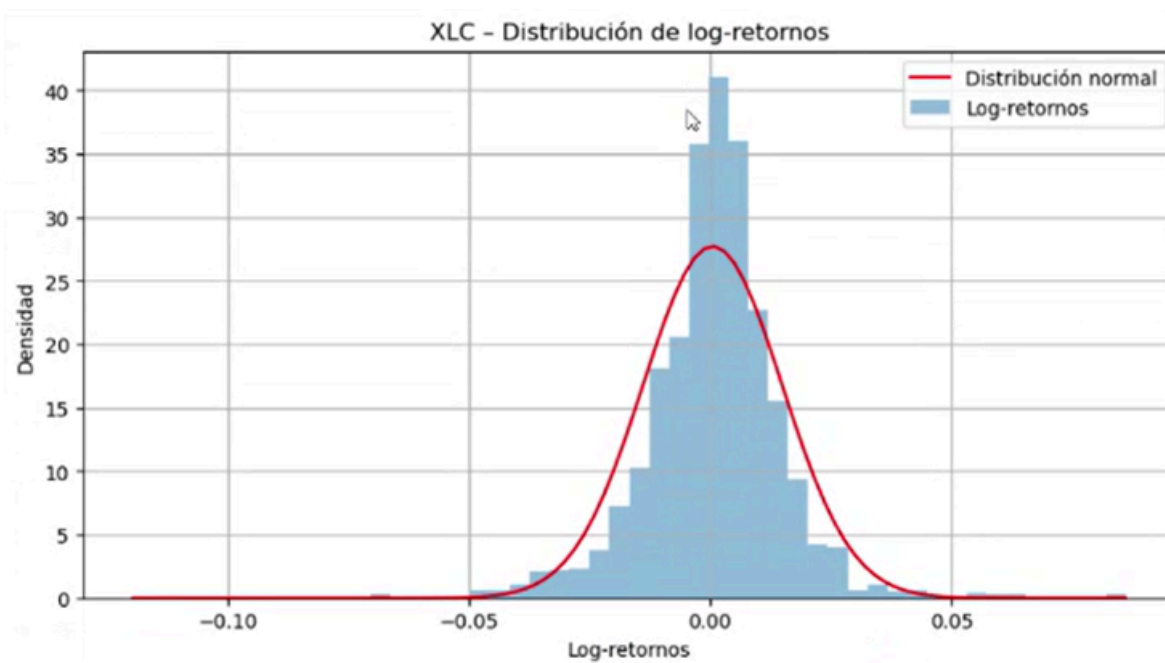
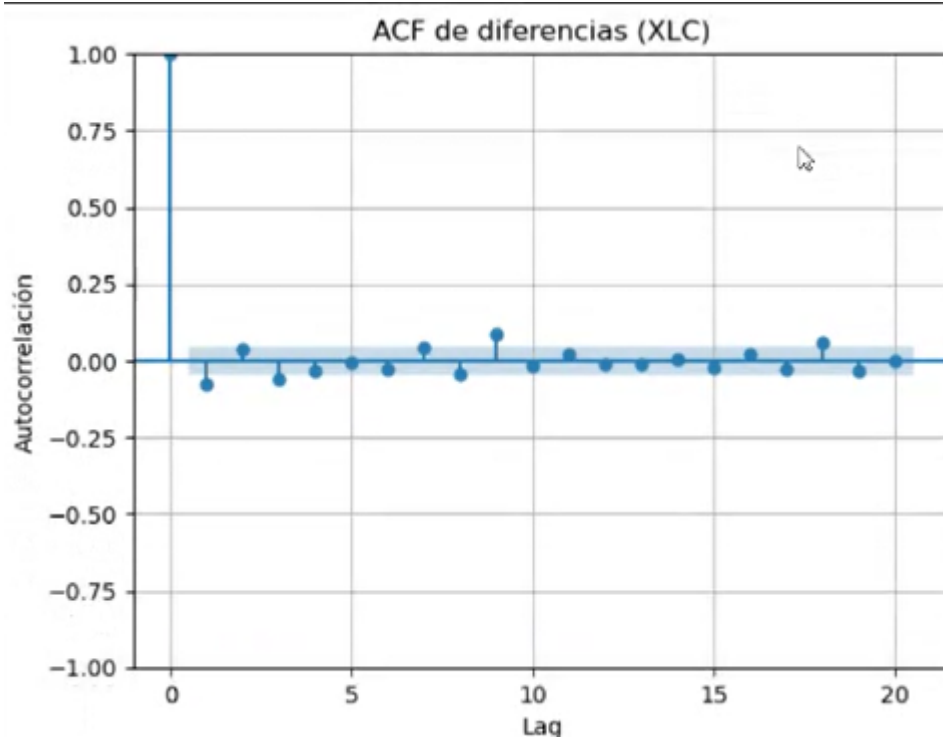


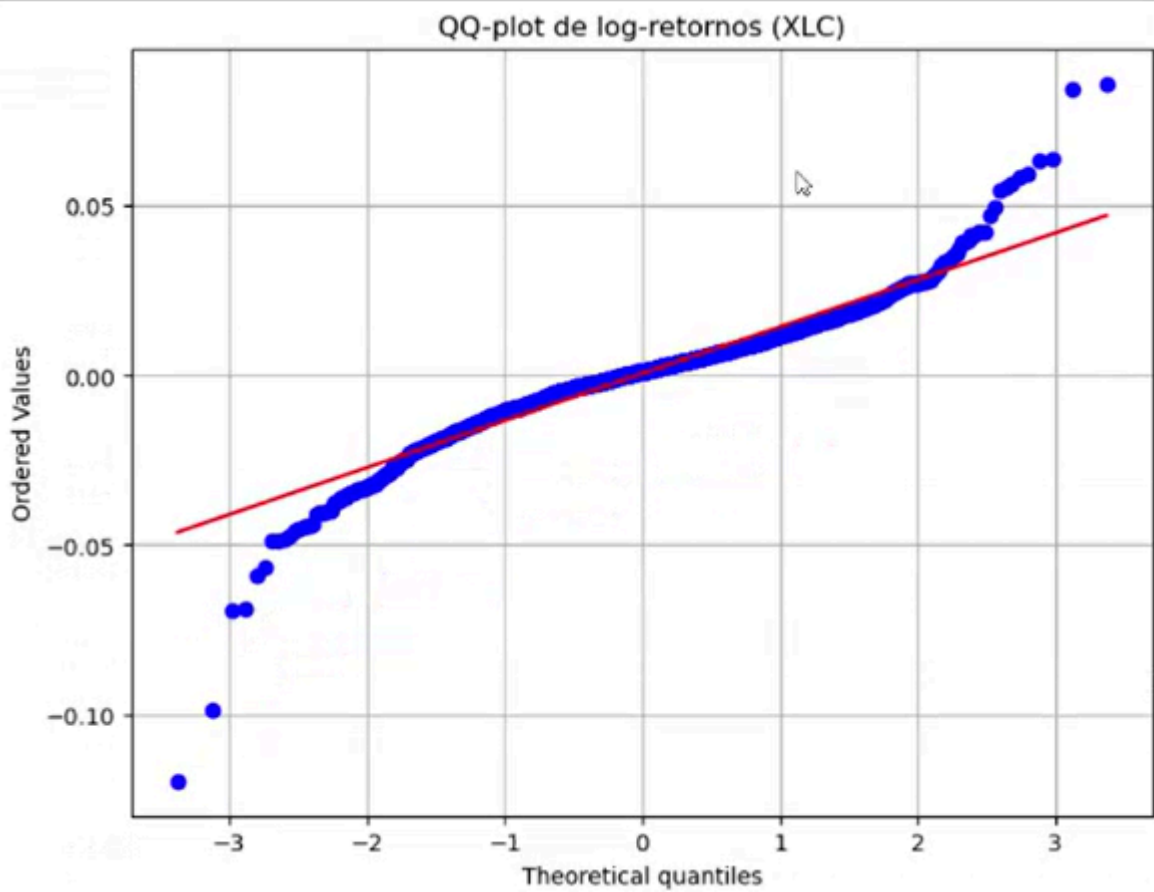
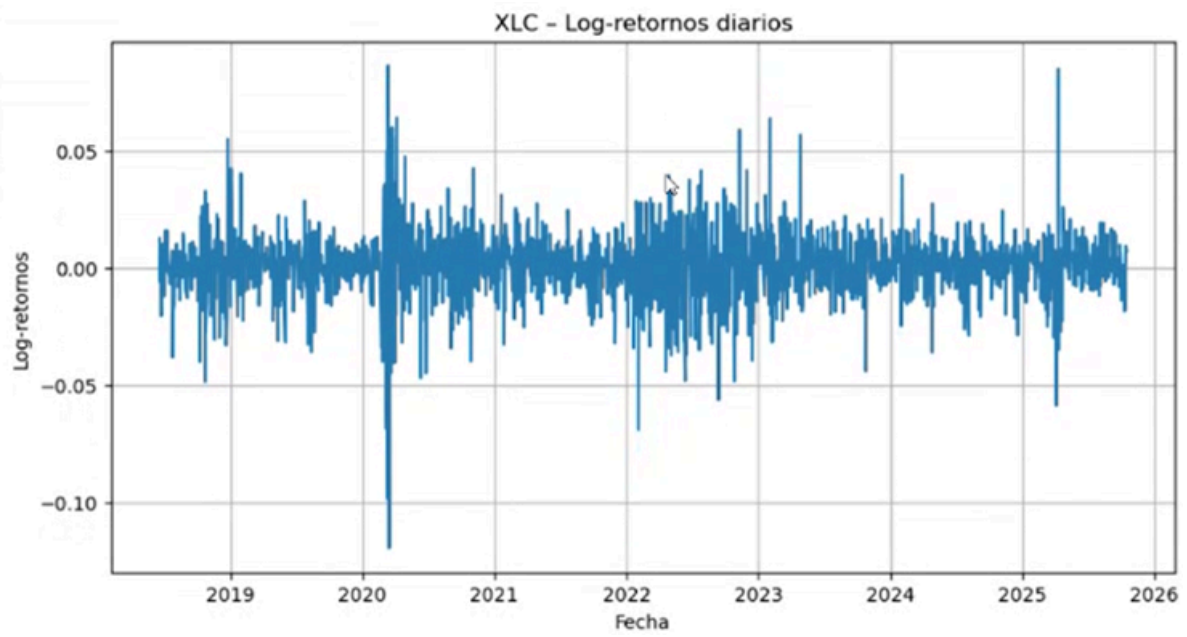


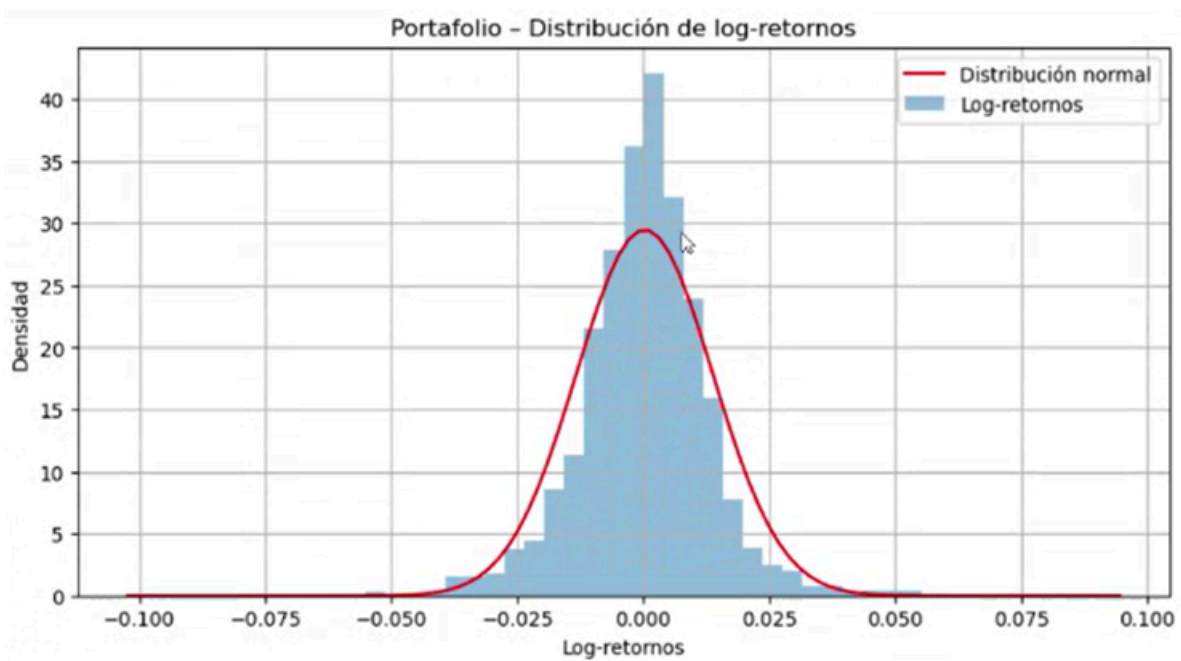
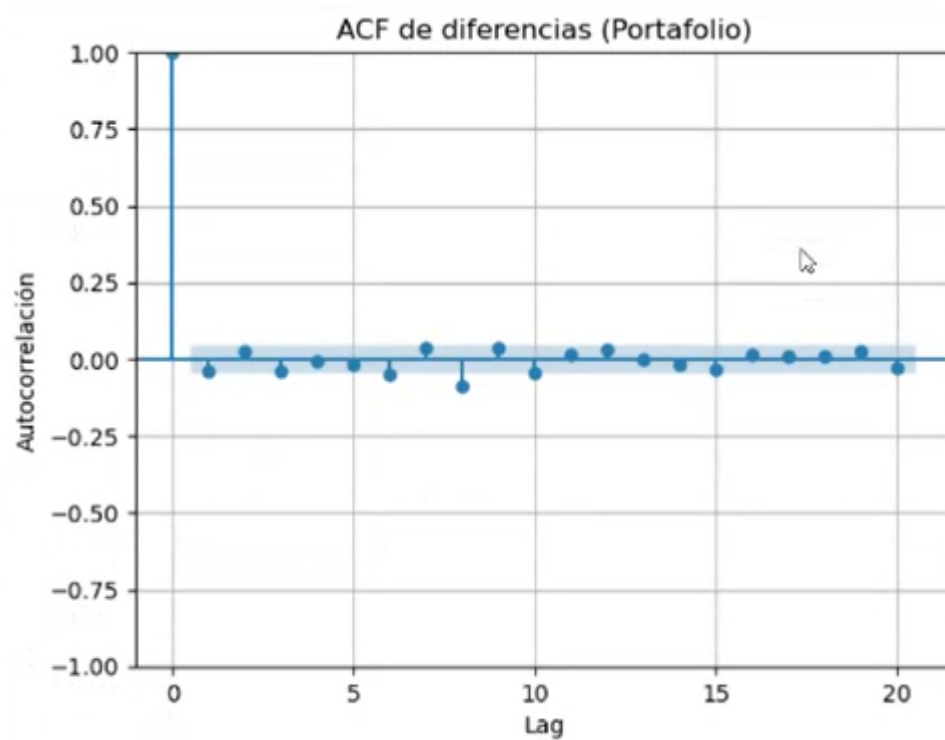


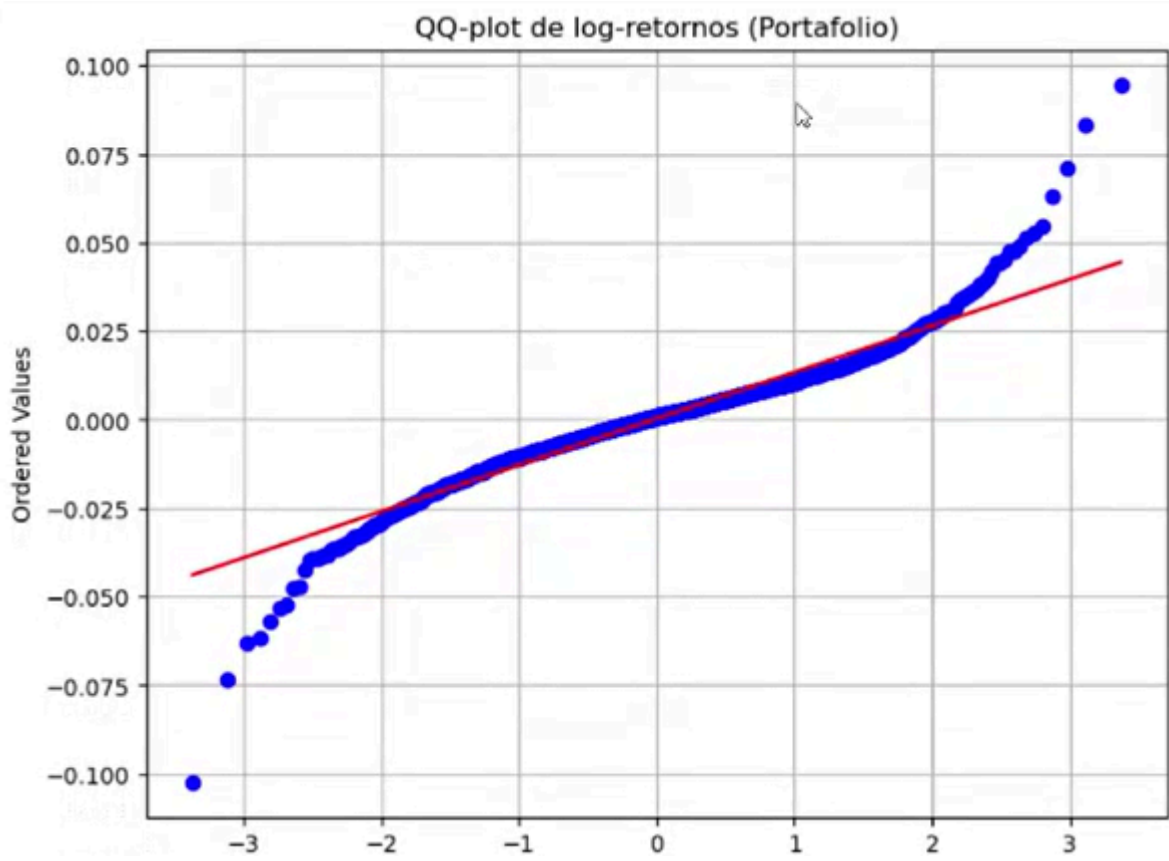
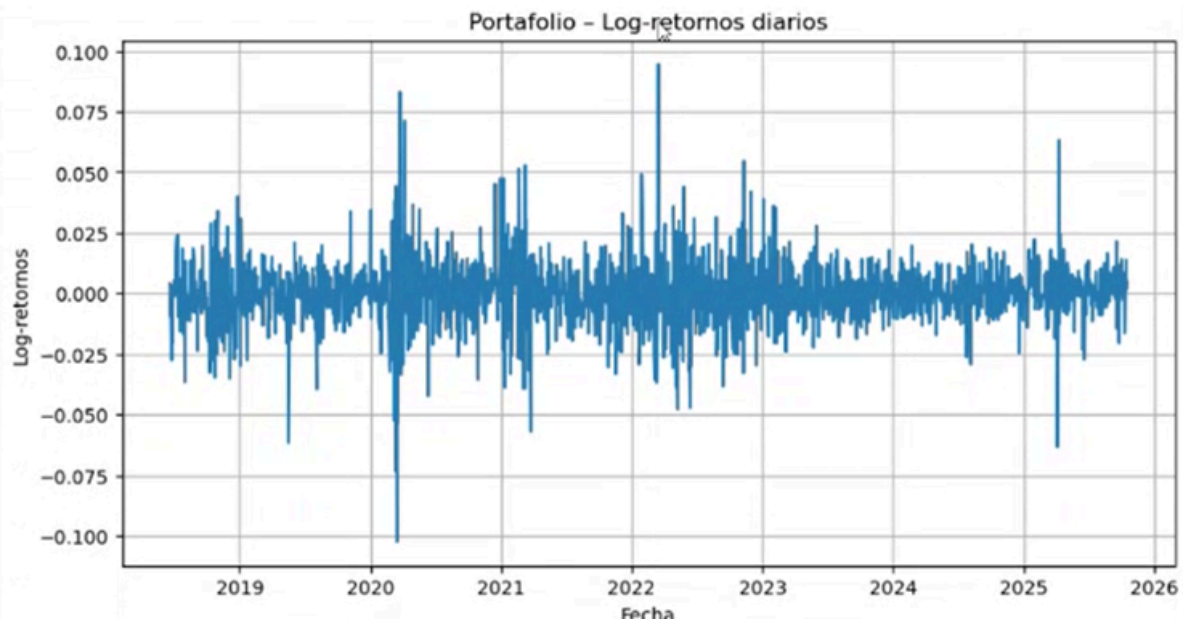


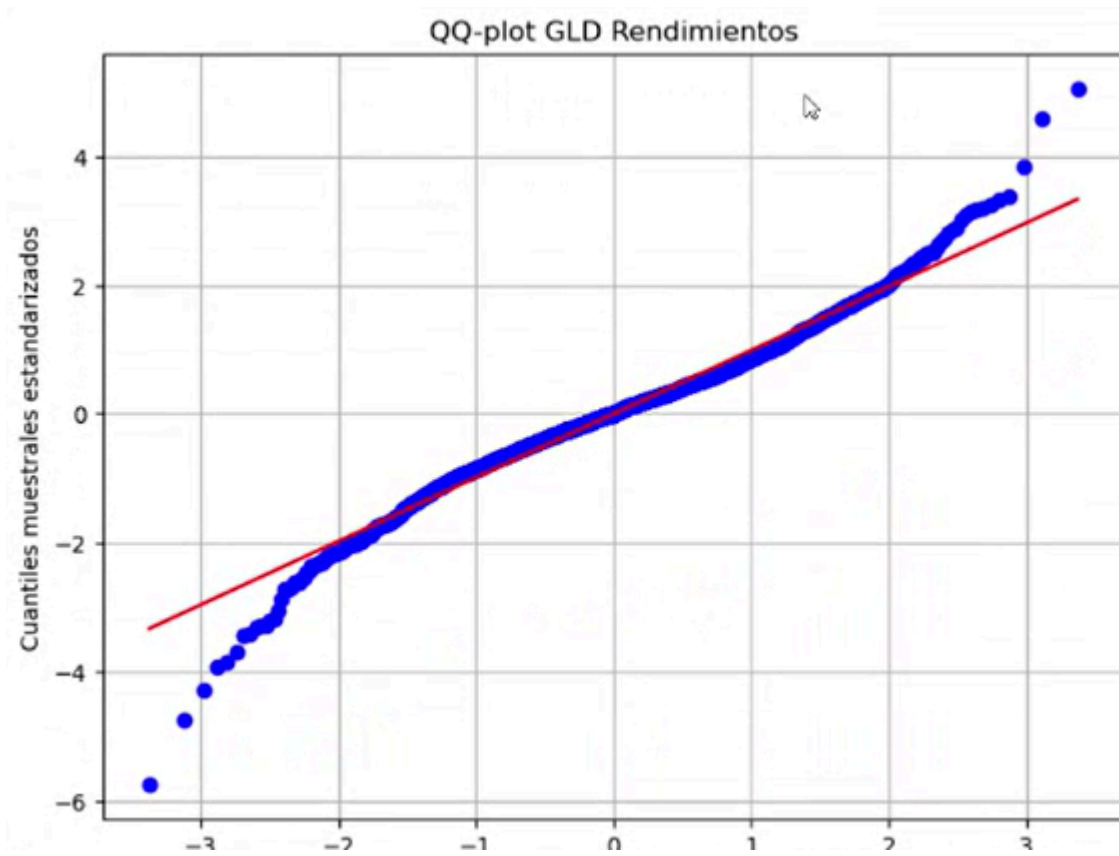
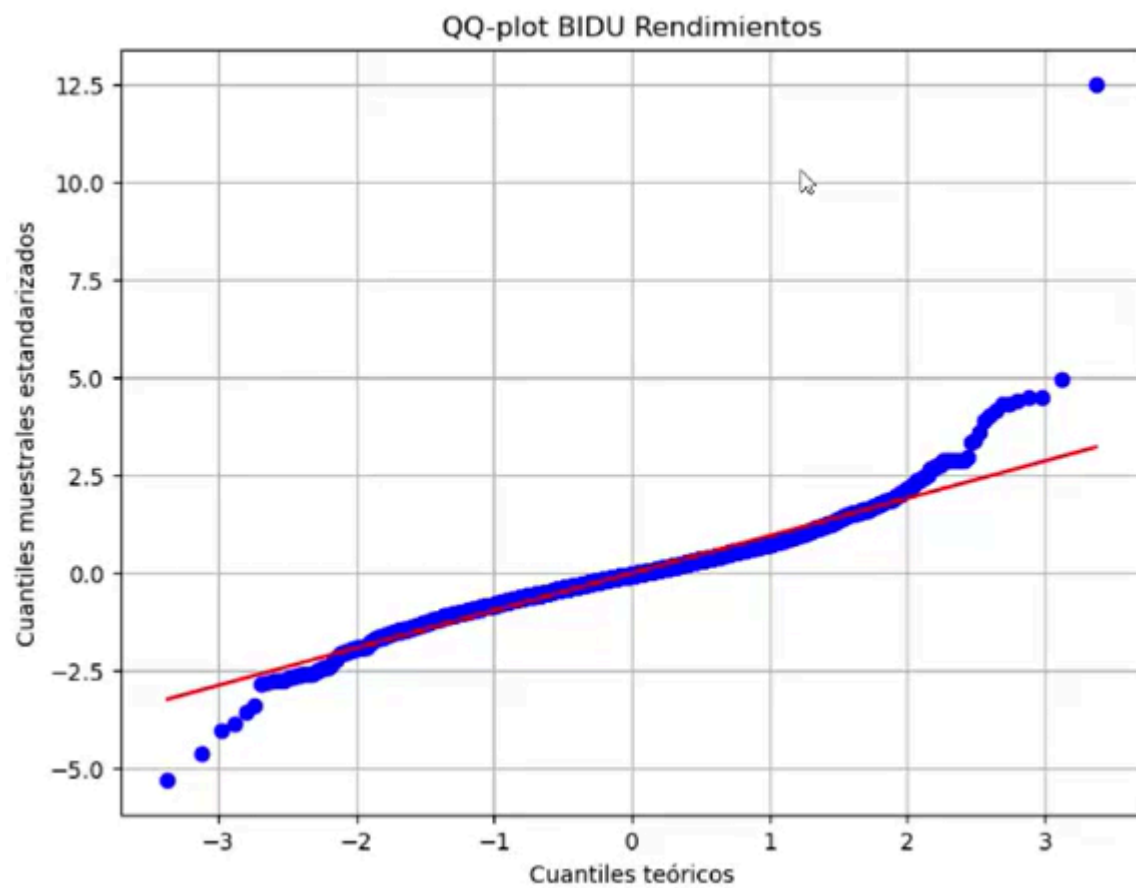


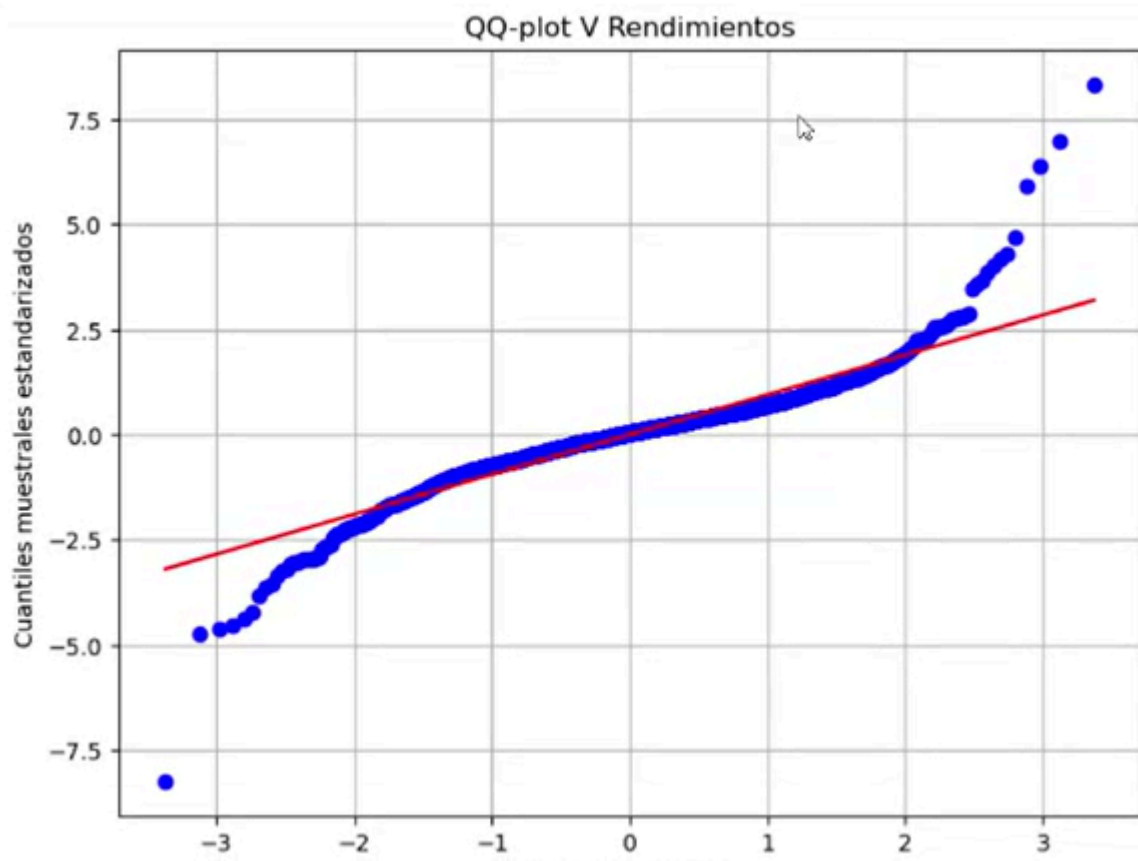


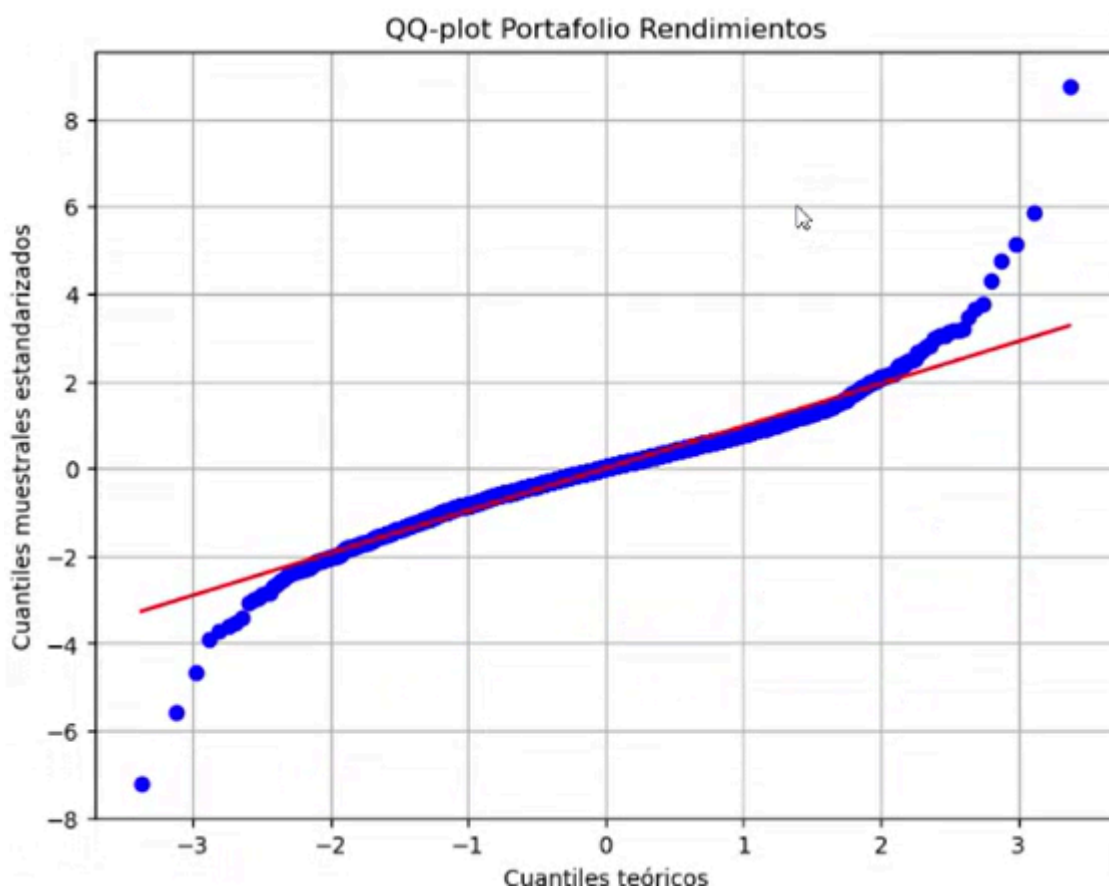
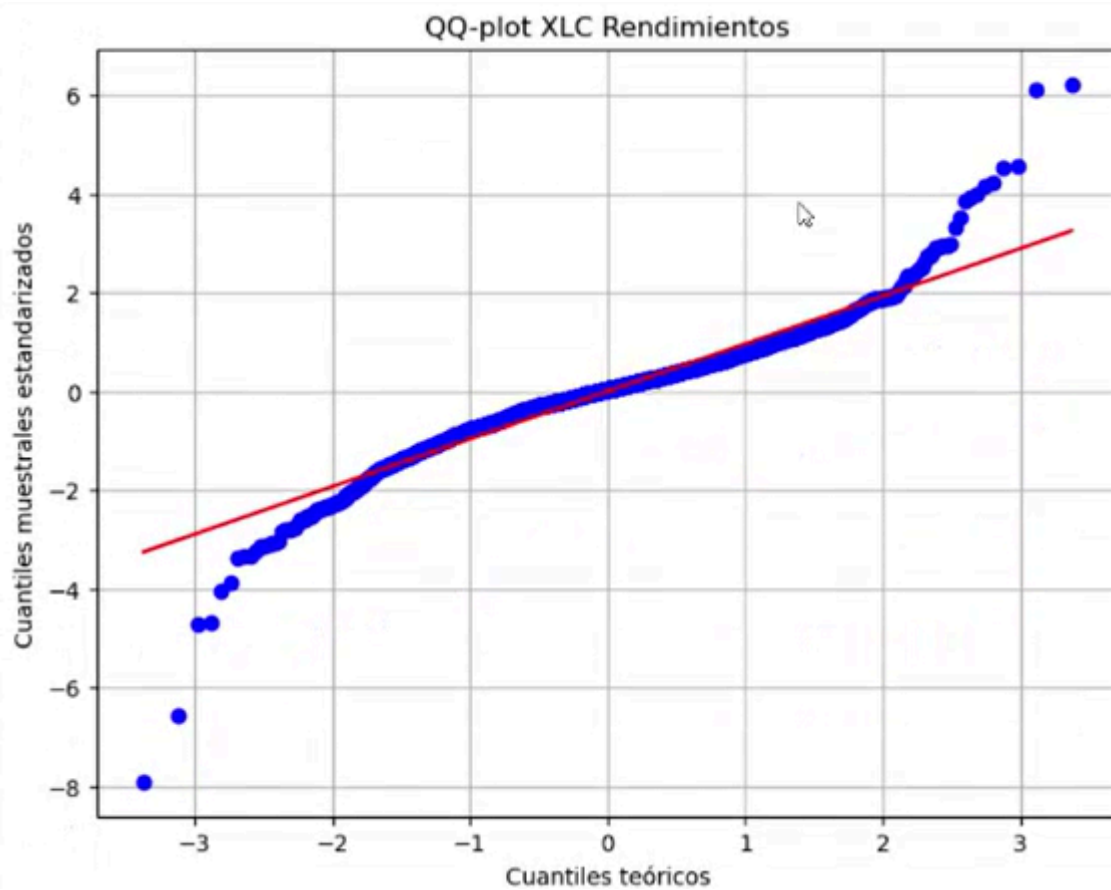












Estimación de rendimientos y volatilidad

Volatilidades anualizadas (%)

- BIDU: **49.78%**
 - GLD: **15.03%**
 - ORCL: **35.60%**
 - V: **26.25%**
 - XLC: **22.79%**
 - Portafolio: **21.82%**
-

Análisis de diferencias y normalidad

BIDU

Análisis de diferencias

Conclusión

Los resultados muestran que ninguno de los activos ni el portafolio presenta una distribución normal en sus rendimientos, precios o log-precios, según las pruebas de Jarque-Bera, Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk. En todos los casos, los valores p fueron menores o iguales a 0.05, lo que llevó a rechazar la hipótesis de normalidad.

Asimismo, se observa que BIDU tiene la mayor volatilidad anualizada (49.78%), reflejando un comportamiento más riesgoso y variable, mientras que GLD presenta la menor volatilidad (15.03%), lo que confirma su papel como activo defensivo. El portafolio global muestra una volatilidad moderada (21.82%), menor que la mayoría de los activos individuales, lo que sugiere una diversificación efectiva.

En conjunto, el análisis indica que, aunque los rendimientos no siguen una distribución normal, la combinación de activos logra una reducción significativa del riesgo total, validando el beneficio de diversificación en la conformación del portafolio.

- Media de ϵ_{t+1} : **-0.06174**
- Autocovarianzas:
 - Lag 1: **-0.19643**
 - Lag 2: **-0.17821**
 - Lag 3: **-0.18550**
 - Lag 4: **1.31524**
 - Lag 5: **-0.81441**

- Lag 6: **1.02989**
- Lag 7: **0.29258**
- Lag 8: **-1.39948**
- Lag 9: **-0.67213**

Kolmogorov-Smirnov (KS) Test – Log-retornos

- **D = 0.06384**
- **p-value = 0.00000**
- **Normalidad rechazada ($p \leq 0.05$)**

Pruebas de normalidad – Rendimientos

- Jarque-Bera:
 - Estadístico = **19386.61236**
 - **p = 0.00000**
 - Normal: **No**
- KS Test:
 - Estadístico = **0.07064**
 - **p = 0.00000**
 - Normal: **No**
- Shapiro-Wilk:
 - Estadístico = **0.91408**
 - **p = 0.00000**
 - Normal: **No**

Pruebas de normalidad – Precios

- Jarque-Bera:
 - Estadístico = **422.41840**
 - **p = 0.00000**
 - Normal: **No**
- KS Test:
 - Estadístico = **0.12064**
 - **p = 0.00000**
 - Normal: **No**
- Shapiro-Wilk:
 - Estadístico = **0.89483**
 - **p = 0.00000**
 - Normal: **No**

Pruebas de normalidad – Log(Precios)

- Jarque-Bera:
 - Estadístico = **102.64699**
 - **p = 0.00000**
 - Normal: **No**
- KS Test:
 - Estadístico = **0.05403**

- $p = 0.00002$
 - Normal: **No**
 - Shapiro-Wilk:
 - Estadístico = **0.96150**
 - $p = 0.00000$
 - Normal: **No**
-

GLD

Análisis de diferencias

- Media de ϵ_{t+1} : **0.13400**
- Autocovarianzas:
 - Lag 1: **0.05634**
 - Lag 2: **-0.04817**
 - Lag 3: **-0.03279**
 - Lag 4: **-0.13431**
 - Lag 5: **0.07896**
 - Lag 6: **0.02624**
 - Lag 7: **0.00327**
 - Lag 8: **-0.04785**
 - Lag 9: **0.01182**

Kurtosis de log-retornos: 2.52992

Kolmogorov-Smirnov (KS) Test – Log-retornos

- $D = 0.04834$
- $p\text{-value} = 0.00021$
- Normalidad rechazada ($p \leq 0.05$)

Pruebas de normalidad – Rendimientos

- Jarque-Bera:
 - Estadístico = **440.27545**
 - $p = 0.00000$
 - Normal: **No**
 - KS Test:
 - Estadístico = **0.04665**
 - $p = 0.00064$
 - Normal: **No**
 - Shapiro-Wilk:
 - Estadístico = **0.97627**
 - $p = 0.00000$
 - Normal: **No**
-

Portafolio

Kolmogorov-Smirnov (KS) Test – Log-retornos

- **D = 0.06713**
- **p-value = 0.00000**
- **Normalidad rechazada ($p \leq 0.05$)**

Anexos

- **Datos:** <https://github.com/Sara-8a/analisis-del-riesgo-proyecto.git>

Bibliografía