

PRÁCTICA B2-2

MÓDULO DE GESTIÓN DE RIESGOS

Escenarios de Estrés y Cambios de Régimen de Mercado

Datos básicos:

- Práctica en grupos de dos personas
- Entrega el día 15 de febrero a través del aula virtual.
- Los entregables son un notebook de Python y un resumen ejecutivo en formato PDF.

1. Objetivo de la práctica

El objetivo de esta práctica es rediseñar un motor de *stress testing* en Python capaz de capturar el riesgo de cola y los cambios de régimen, identificar cuándo el mercado entra en “crisis” y cuantificar el riesgo real cuando la diversificación desaparece. El motor de simulación deberá utilizarse explícitamente para construir Escenarios de Estrés cuyo objetivo sea “romper la cartera”, forzando condiciones adversas y económicamente coherentes, y cuantificando pérdidas extremas mediante VaR del 99% y Expected Shortfall (CVaR).

2. Contexto del problema

Los modelos de riesgo tradicionales fallaron en 2022: acciones y bonos cayeron simultáneamente, y los enfoques basados en la normalidad y en correlaciones estáticas no reflejaron el deterioro real del riesgo. Como responsable del proyecto en el Departamento de Riesgos de una gestora internacional *long-only* multi-activo, debes construir (y defender ante el Comité de Riesgos) un enfoque interpretable, robusto y económicamente coherente.

Mandato del Comité:

- **Interpretabilidad:** Nada de “cajas negras”. Si no puedes explicar por qué el modelo dice X, no sirve.
- **Tecnología:** modelos clásicos y robustos (Markov, Cúpulas, Monte Carlo). Prohibido Deep Learning.

3. Datos disponibles

El mercado considerado es el **americano**. Para la **detección de los estados del mercado**, se trabajará con **datos diarios desde el 1 de enero de 2006 hasta la fecha**. Los alumnos deberán emplear los datos que consideren más adecuados para construir los indicadores de estado: por ejemplo, para medir el "mercado" pueden usar el **S&P 500** y/o medidas de **volatilidad**; para medir **los tipos de interés pueden usar bonos del gobierno, bonos corporativos**; y **pueden incorporar otras variables para capturar dimensiones adicionales**, como **crédito, liquidez o macro** (a elección del alumno).

Adicionalmente, para el análisis y la simulación del riesgo multiactivo se empleará una cartera equiponderada (sin rebalanceos) compuesta por:

AAPL, AMZN, BAC, BRK-B, CVX, ENPH, GLD, GME, GOOGL, JNJ, JPM, MSFT, NVDA, PG, XOM, bono del gobierno americano a 10 años, bono del gobierno americano a 2 años y HYG (BAMLH0A0HYM2).

4. Tarea del estudiante

Fase 1: Detectando el "Pulso" del Mercado (Hidden Markov Models)

Objetivo: Considerando la existencia de dos estados de mercado (calma y crisis), identifica, para cada día, en qué estado se encuentra el mercado.

- **Tarea Técnica:** Ajustar un modelo **Gaussian HMM** (Hidden Markov Model) de 2 estados sobre la serie de retornos multivariante y/o sobre factores representativos.
- **Output Visual:** Gráfico del S&P 500 coloreado según el régimen detectado (Blanco = Calma, Azul = Crisis).

Fase 2: Anatomía del Riesgo (Análisis Marginal)

Objetivo: Cuantificar cómo cambian las distribuciones individuales.

- **Tarea Técnica:** Calcular media, volatilidad, Skewness y Kurtosis *condicionales* a cada estado.
- **Pregunta:** ¿Cuánto aumenta la volatilidad del High Yield (HYG) al pasar del Estado 0 al Estado 1? ¿Sigue siendo el Oro (GLD) un activo refugio?

Fase 3: Cuando la Diversificación Falla (Cópulas)

Objetivo: Probar que, en crisis, las correlaciones tienden a 1.

- **Tarea Técnica:**
 - Calcular matriz de correlación de Pearson en Estado "Calma".
 - Calcular matriz de correlación en Estado "Estrés".
 - Ajustar las cópulas en ambos estados.

Antes de pasar a la siguiente fase, contesta a la pregunta: Al comparar los dos regímenes identificados por el modelo, **¿qué características del mercado dirías que realmente distinguen un estado del otro?** Sustenta tu respuesta con evidencia cuantitativa (tablas/gráficos) y una interpretación económica

Fase 4: El Motor de Simulación

Objetivo: Crear el futuro sintético (y validarla).

Implementa una simulación de Monte Carlo (10.000 trayectorias) y una duración de 6 meses que genere retornos multiactivo coherentes con los regímenes estimados y con la estructura de dependencia en colas.

Tarea técnica (simulador):

Tu simulador debe, para cada trayectoria y para cada día:

1. **Simular el estado S_t** usando la cadena de Markov estimada (matriz de transición del HMM).
2. **Simular los retornos R_t** de todos los activos condicionados al estado activo S_t , usando:
 - las **marginales/volatilidades** estimadas para ese estado, y
 - la **cópula** calibrada para ese estado (en particular, la de “estrés” debe capturar la dependencia en colas).

Validación obligatoria (cartera + checks):

Para comprobar que el simulador “se parece al mundo real”, realiza las siguientes validaciones:

A) Test de cartera (sanity check):

- Construye una **cartera equiponderada** con los activos del universo (pesos iguales).
- Calcula la evolución histórica real de la cartera (wealth index).
- Simula 10.000 trayectorias de retornos y construye 10.000 trayectorias de la rentabilidad para la misma cartera.
- Compara la serie real con el “abánico” simulado:
 - gráfico con la trayectoria real y las bandas **p5-p50-p95** del wealth simulado,
 - distribución de retornos diarios simulados vs reales (histograma o percentiles).

B) Reproducción de regímenes:

- Reporta y compara (real vs simulado):

- % de días en cada estado,
- duración media de cada estado,
- número de cambios de estado.

C) Reproducción de riesgo y dependencia (lo importante):

- Para la cartera equiponderada, compara (real vs simulado):
 - **volatilidad** (diaria/anualizada),
 - **máximo drawdown**,
 - **VaR 99% y Expected Shortfall (CVaR 99%)**
- Verifica que en el estado de estrés el simulador reproduce:
 - aumento de volatilidades,
 - cambios en correlaciones (y/o co-movimientos extremos) coherentes con crisis.

Fase 5: Escenarios de Estrés

Objetivo: Romper la cartera. Para cada escenario, realiza 10.000 simulaciones durante 6 meses y valida los datos como en el apartado anterior

- **Escenario 1 (Estanflación 2022).**
- **Escenario 2 (Crisis de Crédito – 2008).**
- Diseña algún **escenario alternativo** y justifica, económicamente, el mismo.
- **Cálculo:** VaR 99% y Expected Shortfall (CVaR) bajo estos escenarios forzados.

5. Reglas y restricciones

- **Interpretabilidad obligatoria:** cada decisión (variables usadas para los estados, nº de estados, cópula elegida, supuestos de escenarios) debe justificarse y poder explicarse en lenguaje económico.
- **Tecnología permitida:** modelos clásicos y robustos (Markov/HMM, cópulas, simulación Monte Carlo, estadística descriptiva).
- **Tecnología prohibida:** Deep Learning y modelos opacos orientados a predicción sin explicación.
- **Datos y frecuencia:** trabajar con **datos diarios** (2006-01-01 hasta la fecha disponible) y documentar cualquier filtrado, *resampling* o ajuste.
- **Reproducibilidad:** notebook ejecutable de principio a fin; fijar **semilla** en simulaciones; dejar claro cómo se obtienen los datos (fuente/archivos).
- **Simulación mínima:** Monte Carlo de **10.000 trayectorias** (mínimo) y horizonte temporal definido (p. ej., 6 meses para escenarios).
- **Escenarios obligatorios:** ejecutar y reportar **Escenario 1 y Escenario 2**, más un

escenario alternativo propuesto y justificado por el estudiante.

- **Métricas obligatorias bajo escenarios:** reportar **VaR 99%** y **Expected Shortfall (CVaR 99%)** (especificando horizonte: diario/mensual).
- **Validación obligatoria:** comparar “base vs escenarios” y “real vs simulado” mediante al menos (i) bandas percentiles p5–p95 de wealth y (ii) una tabla de métricas de riesgo.
- **Restricciones de entrega:** seguir el formato de entregables indicado (notebook + informe), y respetar límites de extensión del informe (máx. 3 páginas).

6. Entregables

Los alumnos deben entregar dos documentos.

A. El Notebook Técnico

- Debe estar comentado como al más bajo nivel.
- Limpieza de datos.
- Estimación de los parámetros de HMM (probabilidades de transición).
- Ajuste de Cúpulas.
- Motor de simulación.
- Resultados numéricos.
- Gráficos que permitan comprobar de manera visual los principales resultados y las principales conclusiones

B. El Informe Ejecutivo

Para: Comité de Riesgos (CEO, CFO, CRO).

Formato:

- Máximo 3 páginas.
- Lenguaje de negocio.
- Coherencia económica del análisis.
- Calidad en la interpretación del riesgo.
- Claridad en la comunicación de resultados.
- Realismo profesional del enfoque.

7. Criterios de evaluación

La evaluación de la práctica se compone de dos partes:

- **El Notebook Técnico (70 %).**
- **El Informe Ejecutivo (30 %).**