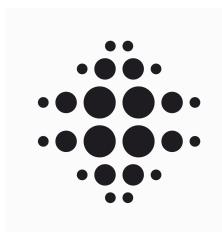


# Informe Explicativo

Automatización y Gestión de Carteras



July 22, 2025

# Índice

<b>1</b>	<b>Objetivos</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Tipos de Carteras y Perfiles de Riesgo</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Funcionamiento del Indicador de Riesgo global</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Metodología de Selección de Activos</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Función del Gráfico RRG</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>Benchmark</b>	<b>8</b>
<b>7</b>	<b>Proceso de Rebalanceo de Carteras</b>	<b>9</b>
<b>8</b>	<b>Elección de Modelo</b>	<b>10</b>
<b>9</b>	<b>Predicciones Conformales</b>	<b>12</b>

# 1 Objetivos

El proyecto actual tiene por propósito:

- **Carteras estables:** diseñadas para que en mercados bajistas caigan menos que el mercado y, en mercados alcistas, obtengan rendimientos sólidos, pero sin asumir riesgos excesivos. La filosofía de DiverInvest es priorizar la **preservación de capital**; de hecho, su enfoque destaca por lograr **mejores resultados en caídas de mercado** (menores pérdidas relativas).
- **Baja rotación de activos:** mantener un nivel de rotación bajo (“roll over” bajo) en la cartera para minimizar costos de transacción y cambios bruscos. Esto implica realizar pocos cambios en la composición, favoreciendo la consistencia a largo plazo.
- **Gestión de la volatilidad:** establecer **rebalanceos extraordinarios** en escenarios de volatilidad muy alta o de estrés de mercado, con el fin de respetar un mandato de estabilidad. En condiciones normales se sigue un calendario periódico de rebalanceo, pero ante eventos extremos la cartera se ajustará adicionalmente para proteger al inversor.

## 2 Tipos de Carteras y Perfiles de Riesgo

Para este proyecto, se contemplan **5 perfiles de riesgo** (desde el más conservador hasta el más agresivo), los cuales se distinguen principalmente por la **volatilidad máxima esperada** y la distribución objetivo entre clases de activos. Esta **volatilidad máxima esperada** aplica restricciones tanto en la volatilidad anualizada como en la volatilidad realizada. En la siguiente tabla se resumen estos perfiles y su volatilidad indicativa realizada:

Perfil	Volatilidad
Conservador 1	7
Conservador 2	10
Moderado 1	13
Moderado 2	16
Agresivo	20

Table 1: Perfiles de Riesgo y Volatilidad indicativa realizada

Del mismo modo se aplican restricciones sobre la volatilidad anualizada indicativa para cada uno de los perfiles<sup>1</sup>. La volatilidad realizada se utiliza como una referencia, no como una restricción estricta. Permitimos que se desvíe de sus bandas(estas bandas se calculan utilizando elementos como el ATR, RRG y Finbert) si el algoritmo identifica que forzarla dentro de esos límites implicaría sacrificar oportunidades de generación de alpha. Lo importante es que la volatilidad del portafolio sea coherente y comparable con la del benchmark, manteniendo una gestión de riesgo alineada con su perfil.

<sup>1</sup>La fórmula usada para la volatilida anualizada es igual a la volatilidad realizada ajustada por raíz cuadrada de la fracción temporal anual

Cada perfil establece límites sobre la **composición de la cartera por categorías de activos**. Por ejemplo, un perfil Conservador 1 tendrá la mayor parte en activos defensivos (efectivo/monetario y renta fija), mientras que un perfil Agresivo podrá destinar la mayoría a renta variable. La siguiente tabla compara la asignación estratégica de activos por tipo en cada perfil de riesgo:

	Conservador 1	Conservador 2	Moderado 1	Moderado 2	Agresivo
Monetario	25	20	15	10	5
Renta fija	65	50	35	20	5
Renta Variable	10	30	50	70	90

Table 2: Constraints de categoría

**Carteras modelo (Estrategias):** Dentro de cada perfil de riesgo, DiverInvest ha definido **3 carteras modelo** o estrategias de inversión posibles, denominadas según su posicionamiento como **Defensiva, Neutral y Agresiva**. Cada una de estas carteras representa una postura táctica distinta ante el mercado, manteniendo siempre el perfil de riesgo de fondo. En la práctica:

- La cartera **Neutral** de cada perfil es la asignación base, diseñada por DiverInvest como referencia para condiciones de mercado "normales" o neutras.
- Las carteras **Defensiva** y **Agresiva** de cada perfil son variaciones desarrolladas por NodeAI, optimizadas para entornos de mercado extremos (muy adversos o favorables respectivamente). Para su diseño se emplearon datos históricos (backtesting desde 2017) para ajustar las ponderaciones de activos.

En total, el sistema maneja **5 perfiles x 3 carteras modelo = 15** carteras posibles. Sin embargo, el inversor no tiene que preocuparse de elegir entre ellas manualmente. Aquí es donde entra en juego el **indicador de riesgo local** y el análisis de bandas dinámicas, que determina en cuál de esas 3 carteras debe situarse cada perfil en cada momento. Es decir, actúa como un "semáforo" que indica si la posición correcta es permanecer **neutral** o moverse hacia una postura más **defensiva** o más **agresiva** según las condiciones del mercado.

### 3 Funcionamiento del Indicador de Riesgo global

Su propósito es condensar en una sola señal la evaluación de cientos de variables financieras y económicas, brindando una lectura clara sobre el estado del ciclo de mercado (si este se encuentra en fase expansiva, neutral o contractiva, por ejemplo) y anticipando posibles cambios de tendencia. En términos sencillos, este indicador funciona como el "barómetro" que indica si conviene adoptar una postura defensiva, neutral o agresiva en las carteras.

**¿Qué mide el indicador?** Es un indicador compuesto que agrupa principalmente dos grandes conjuntos (clusters) de información.

- **Pulso de mercado (Market cycle):** recoge la presión o el sentimiento de los agentes de mercado. Incluye indicadores de **mercado financiero** tales como índices bursátiles,

diferenciales de crédito, volatilidad implícita, flujos de inversión, etc., que reflejan la confianza o temor del inversor (por ejemplo, resultados empresariales, encuestas de sentimiento, indicadores técnicos de momentum). En otras palabras, mide el componente de **“opiniones del mercado”**. Y está compuesto por los siguientes sub-grupos.

- **Filtro de largo plazo:** Identifica la tendencia estructural de los activos financieros, aplicando técnicas de suavizado como medias móviles de largo plazo o indicadores técnicos de momentum. Permite distinguir movimientos persistentes de ruido de corto plazo, ayudando a definir un sesgo direccional en la construcción de carteras.
  - **Promedio a término medio:** Complementa al filtro de largo plazo evaluando la dirección y fuerza del mercado en horizontes intermedios. Se emplean promedios móviles más cortos, indicadores de fuerza relativa (RSI) u osciladores de tendencia para capturar fases de aceleración o agotamiento en la dinámica de precios.
  - **Volatilidad:** Mide la dispersión de los rendimientos esperados, generalmente a través de indicadores como el VIX (volatilidad implícita del S&P 500) o la desviación estándar de los precios. Altos niveles de volatilidad reflejan mayor incertidumbre y aversión al riesgo, siendo un componente esencial para ajustar la exposición táctica en entornos de estrés.
- **Ciclo económico (Business cycle):** incorpora **variables macroeconómicas** fundamentales que indican la salud de la economía real (crecimiento, empleo, inflación, políticas monetarias, etc.). Aquí entran datos como PIB, tasas de desempleo, índices de precios, indicadores líderes económicos, entre otros. Este componente aporta la dimensión “fundamental” de riesgo. Esta compuesto por los siguientes sub-grupos:
- **Riesgo de crédito:** Evalúa la prima de riesgo exigida por los inversores para prestar a distintos agentes económicos. Se mide habitualmente a través de spreads de crédito (por ejemplo, diferenciales entre bonos corporativos y deuda soberana). Un aumento de los spreads suele reflejar deterioro de las condiciones económicas, anticipando tensiones en la capacidad de repago del sistema productivo.
  - **Tendencia Business Cycle:** Agrega una batería de indicadores adelantados y coincidentes (PIB, tasas de desempleo, PMI, inflación, etc.) para inferir la tendencia subyacente del ciclo económico. Permite identificar si nos encontramos en expansión, desaceleración, recesión o recuperación, lo que es clave para la asignación estratégica de activos.
  - **Beneficios Corporativos:** Captura la evolución de los beneficios empresariales, que sintetizan la fortaleza operativa de las compañías cotizadas. Se suele observar a través del crecimiento de beneficios por acción (EPS) o revisiones de estimaciones. Funcionan como un barómetro de la actividad económica y de la capacidad futura de generación de valor para los accionistas.

**Interpretación del indicador de riesgo global:** El valor resultante del indicador se mueve dentro de un rango en el que ciertos umbrales determinan la postura recomendada:

- Cuando el indicador está **neutral**, significa que el entorno no presenta sesgos claros de alza o baja. En tal caso, cada cartera debería mantener su posición **Neutral** correspondiente al perfil.
- Si el indicador se torna significativamente **positivo**, es decir, por encima del umbral superior, indica un contexto favorable con menor riesgo sistémico y **momentum positivo**; por tanto, se recomienda migrar la cartera hacia una postura **Agresiva** dentro de su perfil (buscando mayor exposición a renta variable para capitalizar las subidas).
- Por el contrario, si el indicador resulta **negativo** y cruza el umbral inferior, señala alerta de mayor riesgo o condiciones adversas; en ese escenario se opta por una postura **Defensiva** en las carteras (más protección, más liquidez y activos seguros).

En resumen, el **indicador de riesgo global actúa como guía de asignación táctica**. Tenemos 3 perfiles de riesgo base, y para cada uno 5 posibles carteras. Este nos indica **qué cartera implementar en cada momento**: por ejemplo, si el índice anticipa riesgos a la baja, incluso un inversor de perfil moderado usará su cartera Moderada Defensiva en lugar de la Neutral, mientras que si el indicador mejora a positivo, ese mismo inversor pasaría a la Moderada Agresiva. De este modo, todas las carteras se mantienen alineadas con la **lectura de mercado** que proporciona el indicador de riesgo global, buscando maximizar la resiliencia ante caídas y aprovechar razonablemente las subidas.

### **¿Cómo se determinan las bandas para saltar de un perfil a otro?**

Las bandas que utilizamos no son fijas, sino que se ajustan automáticamente según el comportamiento del mercado. Esto se logra mediante una combinación de algoritmos:

**ATR (Average True Range)** Mide la volatilidad del mercado.

**RRG (Relative Rotation Graphs)** Analiza la fuerza relativa de los activos.

**Presión de mercado (usando Finbert)** valúa la fuerza compradora o vendedora.

Estos factores permiten que las bandas se expandan o contraigan según las condiciones, optimizando las decisiones de inversión sin necesidad de ajustes manuales.

Por ejemplo si se imagina que el mercado sufre una caída brusca (en forma de "V") seguida de un rebote fuerte. En estos casos, rebalancear la cartera (por ejemplo, cambiando a una posición neutral) podría ser contraproducente, ya que haría perder parte de la recuperación.

Con este sistema, en lugar de pasar de *defensivo* a *neutral* y luego a *agresivo*, el algoritmo detecta la oportunidad y ajusta las bandas directamente hacia un perfil más agresivo, aprovechando el rebote sin demora.

Como ventajas clave tenemos:

1. Evita cambios innecesarios que pueden generar costos o pérdida de oportunidades.
2. Responde de manera inteligente a movimientos bruscos del mercado

## 4 Metodología de Selección de Activos

DiverInvest trabaja con un universo predefinido de activos, principalmente **ETFs** (fondos cotizados) que dan exposición diversificada a distintas geografías, sectores y clases de activos. La cuestión clave es: ¿cómo seleccionar los mejores ETFs para cada cartera en cada rebalanceo? Aquí es donde se aplican los modelos de IA y análisis cuantitativo. Durante la fase de investigación (octubre a diciembre, durante el prototipado de la POC) se probaron varios enfoques de selección de activos, denominados internamente como *Tier1*, *Tier2*, *Tier3* y *Tier4*:

- **Tier1:** Basado únicamente en estimaciones de rentabilidad futura. Se utilizaron modelos de predicción (IA) para proyectar el retorno de cada activo en el siguiente periodo, y se calculó el error medio absoluto (MAE) de esas predicciones en pruebas históricas.
- **Tier2:** Basado en promediar estimaciones.
- **Tier3:** Combina predicciones de rentabilidad con análisis de momentum relativo (RRG). En este enfoque, además de considerar las proyecciones de retorno de los modelos IA, se analizó la posición de cada activo en un **Gráfico de Rotación Relativa (RRG)** a lo largo del tiempo.
- **Tier4:** Basado únicamente en el RRG. Es decir, seleccionar activos solo en función de su fortaleza relativa y momentum en el gráfico RRG, sin incorporar las estimaciones de rentabilidad futura.

Tras evaluar los resultados de backtesting con cada método, **se determinó que el Tier3 ofrecía el mejor desempeño predictivo y de rentabilidad para las carteras**. En otras palabras, la estrategia híbrida (predicciones + RRG) superó a los enfoques más simples. Por ello, Tier3 fue el elegido como metodología central de selección de activos.

## 5 Función del Gráfico RRG

El **Relative Rotation Graph** (RRG) es una herramienta visual que permite comparar el desempeño relativo de múltiples activos frente a un benchmark común, así como la **aceleración** de ese desempeño (momentum). En un RRG, cada activo se representa como un punto en un plano de dos ejes: el eje X suele ser la **fuerza relativa (RS-Ratio)** del activo respecto al índice de referencia (valor 100 indica rendimiento igual al benchmark,  $>100$  mejor,  $<100$  peor), y el eje Y es el **momentum de esa fuerza relativa (RS-Momentum)**, o cómo está cambiando la tendencia reciente. El gráfico resultante se divide en **cuatro cuadrantes** que reflejan distintas fases de esta dinámica.

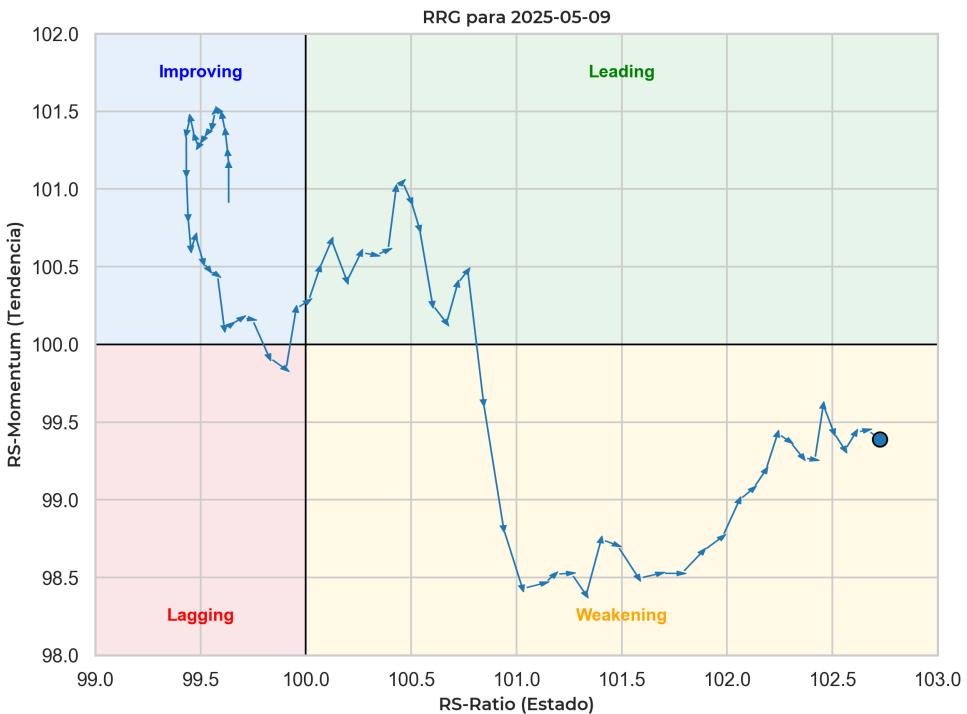


Figure 1: Gráfico RRG

- **Leading (Liderando): cuadrante superior derecho.** El activo presenta una **fuerza relativa superior al resto de los activos** del universo analizado ( $RS\text{-Ratio} >100$ ) y además muestra un **momentum ascendente** ( $RS\text{-Momentum} >100$ ). Esto indica que, en relación con sus comparables, el activo mantiene una tendencia fuerte y sostenida, siendo uno de los líderes dentro del conjunto evaluado.
- **Weakening (Debilitándose):** Cuadrante inferior derecho. El activo mantiene una fuerza relativa positiva ( $RS >100$ ), pero está mostrando una pérdida de momentum ( $momentum <100$ ). Aunque su rendimiento sigue siendo superior en términos relativos, la tendencia alcista se está debilitando, lo que indica una posible pérdida de impulso en el corto plazo.

- **Lagging (Rezagado):** Cuadrante inferior izquierdo. El activo presenta tanto una baja fortaleza relativa ( $RS < 100$ ) como un momentum negativo (momentum  $< 100$ ). Esto es señal de debilidad clara, ya que el activo muestra un rendimiento débil sostenido y no hay señales evidentes de recuperación en el corto plazo.
- **Improving (Mejorando):** Cuadrante superior izquierdo. El activo todavía presenta una fortaleza relativa moderada ( $RS < 100$ ), pero muestra un momentum positivo (momentum  $> 100$ ). Esto indica que su rendimiento relativo está mejorando rápidamente, lo que sugiere un potencial de recuperación. Si la tendencia favorable se mantiene, el activo podría estar en camino de convertirse en líder dentro del conjunto evaluado.

## 6 Benchmark

**Estrategia de Benchmark Inicial:** Al comenzar, se utilizó un benchmark compuesto por ETFS de renta fija y renta variable, seleccionando dos activos que actuaban como grupo comparable (peer group) para la cartera. Ambos activos presentaban betas similares, lo que aparentemente facilitaba la comparación directa de riesgos y rendimientos. Sin embargo este benchmark no era efectivo ya que no representaba bien el mercado real.

**Enfoque Actual:** Actualmente, se analiza si el algoritmo de inteligencia artificial es capaz de generar alpha mediante la selección inteligente de activos. El objetivo es comprobar si las carteras construidas por el modelo obtienen un exceso de retorno atribuible a la calidad de su picking, es decir, a la capacidad del algoritmo para elegir activos con mejor desempeño relativo, independientemente del riesgo sistemático o similitudes de beta con otros activos.

**Alpha positivo:** indica que la selección de activos ha sido efectiva y ha generado rendimientos superiores al promedio del mercado.

**Rendimiento activo de la Cartera:** Cada cartera está compuesta actualmente por 14 activos, todos mostrando un alpha positivo. Esto implica que el rendimiento de las carteras supera al del universo de inversión considerado, gracias al picking del algoritmo.

**Modelo de Evaluación de Retorno:** CAPM Simplificado El retorno esperado de un activo puede descomponerse en dos componentes según el modelo CAPM:

$$\varepsilon = E(R_i) - (R_f + \beta (E(R_m) - R_f)) \quad (1)$$

Donde:

- $\varepsilon$ : es el aplha por habilidad del gestor. Mide la diferencia entre el rendimiento esperado del activo y el rendimiento predicho por el modelo CAPM. Si  $\varepsilon = 0$ , el modelo explica completamente el rendimiento esperado. Si  $\varepsilon \neq 0$ , significa que el modelo genera alpha por habilidad del gestor.
- **E(R<sub>i</sub>):** Es el rendimiento esperado del activo i. Puede ser estimado empíricamente como el promedio de rendimientos históricos o proyectado según expectativas de mercado.
- **R<sub>f</sub>:** es la tasa libre de riesgo, como los bonos del Tesoro a corto plazo. Representa el retorno sin riesgo que un inversor puede obtener.

- $\beta$ : es el coeficiente del activo, que mide su sensibilidad al riesgo sistemático del mercado. Si  $\beta > 1$  significa que el activo es más volátil que el mercado. Y en caso de que  $\beta < 1$  significa que el activo es menos volátil que el mercado.
- **E(R<sub>m</sub>)**: es el rendimiento esperado del mercado. Suele medirse con un índice representativo como es S&P 500.
- **(E(R<sub>m</sub>)-R<sub>f</sub>)**: es la prima de riesgo del mercado. Mide cuánto rendimiento adicional se espera obtener por invertir en el mercado en lugar de un activo libre de riesgo.

*Nota:* Este retorno no es diversificable, ya que R<sub>m</sub> representa el riesgo sistemático o de mercado, compartido por todos los activos.

### Interpretación de los Componentes del Retorno

- **Rendimiento libre de riesgo (Risk-free)**: Es el rendimiento base que se puede obtener sin asumir riesgos de mercado. Todo activo debe, como mínimo, generar este rendimiento.
- **Prima de riesgo de mercado**: Es el rendimiento adicional que se espera obtener por asumir el riesgo de mercado, proporcional a su beta.

**Ejemplo Ilustrativo** Si todos los activos de la cartera tienen el mismo beta, pero uno de ellos obtiene un rendimiento superior, este exceso no se puede atribuir a alpha. Necesitamos tener el beta de mercado (el beta del universo invertible) para asegurar que ese exceso de retorno es realmente por habilidad.

## 7 Proceso de Rebalanceo de Carteras

- **Rebalanceo regular (periódico)**: Se lleva a cabo trimestralmente (cada 3 meses) de acuerdo con la política acordada. En estos rebalanceos ordinarios, la cartera se ajusta de manera muy conservadora, con cambios mínimos: **como máximo un 10% del peso de la cartera es rotado**. En la práctica, esto equivale a sustituir a lo sumo unos 3 activos de los 14 que componen la cartera. El objetivo de limitar los cambios es **preservar la estabilidad** y evitar costos innecesarios; la cartera solo se modifica en los márgenes para tomar en cuenta las nuevas señales de la IA manteniendo el mandato de baja rotación. Si el indicador de riesgo global no ha variado mucho y las predicciones siguen respaldando los activos actuales, es posible que en un rebalanceo regular incluso no se realice ningún cambio importante.
- **Rebalanceo extraordinario**: Es un ajuste fuera de calendario, **sólo activado ante circunstancias excepcionales**. Los criterios para desencadenar un rebalanceo extraordinario están relacionados con el incumplimiento de los límites de estabilidad o un cambio drástico en el riesgo: por ejemplo, si la **volatilidad del mercado excede los niveles umbral** definidos para el perfil (indicando que la cartera podría estar

asumiendo más riesgo del deseado), o si el **indicador de riesgo global detecta un giro brusco** indicando una crisis. En esos casos, **no se espera al siguiente trimestre** sino que se ajusta la cartera de inmediato para proteger al inversor. Al igual que en el rebalanceo periódico se cambiara un máximo de 3 activos.

Además, en determinados contextos de **alta volatilidad**, el **algoritmo** puede sugerir una modificación en la **amplitud de las bandas de tolerancia**, anticipando una mayor inestabilidad en los mercados.

**¿Cómo se realizan los rebalanceos?** Tanto en el rebalanceo regular como en uno extraordinario, el procedimiento es el siguiente:

- **Revisión de predicciones vs. realidad:** Primero, se evalúa cómo se comportaron **los activos incluidos en el último rebalanceo vs las predicciones que se hicieron de ellos**. Si un activo tuvo un rendimiento cercano a lo previsto (por ejemplo, dentro de un rango de  $\pm 5\%$  respecto a la predicción), se considera que el modelo “acertó” con él y se puede mantener ese activo. Por el contrario, si un activo desempeñó muy por encima o por debajo de lo estimado (es decir, la predicción se desvió significativamente,  $>5\%$  de error), implica que el modelo quizás no captó algún factor y se pierde confianza en ese activo. En tal caso, ese ETF se marca para salida (se pone en “hibernación” temporal).
- **Sustitución de activos:** Por cada activo que sale, se debe **incorporar un nuevo activo** en su lugar para mantener la diversificación. La selección del reemplazo sigue el mismo **método Tier3** descrito en la sección anterior. Es decir, se vuelven a considerar las predicciones de todos los activos disponibles en el universo (incluyendo alguno que antes no estaba en cartera), escogiendo el mejor candidato que cumpla los criterios para entrar. De esta forma, cada cambio está justificado cuantitativamente: sale algo que objetivamente no funcionó como se esperaba, y entra la opción que figura como más prometedora según el análisis actualizado.
- **Ajuste de pesos:** Finalmente, tras decidir si hay activos que rotar, se re calculan las **ponderaciones (pesos)** de cada posición en la cartera optimizando nuevamente bajo las restricciones del perfil de riesgo (respetando los porcentajes de la tabla de la sección 2) y buscando la mejor combinación riesgo-retorno. ¿Por qué se re calculan las ponderaciones? porque las carteras tienen **drift** (esto significa que la cartera mueve dinámicamente los pesos de la cartera para mantener las proporciones de inversión originales debido a aumentos o decrementos del valor monetario de la cartera).

## 8 Elección de Modelo

En total se probaron **6 modelos predictivos** diferentes durante la fase de investigación, entre ellos: **Prophet** (modelo abierto desarrollado por Facebook para pronósticos con tendencia/estacionalidad), **DeepAR** (modelo de redes neuronales recurrentes especializado en series temporales múltiples), **Temporal Fusion Transformer (TFT)** (modelo basado en transformers que combina atención y recurrencia), **N-BEATS** (modelo de deep learning

que descompone la serie en tendencias y estacionalidades), **TimeGPT** (un servicio basado en modelos de lenguaje grandes adaptado a series temporales), entre otros. Cada modelo fue ajustado mediante técnicas de optimización de hiperparámetros (incluyendo búsqueda bayesiana) y comparado bajo métricas de error (MAE, MAPE, etc.) usando un modelo de referencia base para evaluar mejora.

Tras la evaluación de los 6 modelos mencionados anteriormente se eligió el modelo **DeepAR** ya que demostró ofrecer la **mayor precisión** en las predicciones de retornos. DeepAR logró consistentemente el MAE más bajo, superando tanto a Prophet como a los demás, lo que indica que sus pronósticos eran más cercanos a la realidad (menor error). Por ejemplo, en pruebas con datos históricos, DeepAR redujo el MAE alrededor de un 0.05% por debajo del obtenido con Prophet (tomando un periodo de 60 días) – una mejora modesta en cifra, pero significativa acumulada en el tiempo. Además, su enfoque probabilístico permitía estimar intervalos de confianza, añadiendo información útil para la toma de decisiones.

## 9 Predicciones Conformales

Además del proceso de Gestión Automatizada de Carteras también se ha desarrollado el cálculo de **Predicciones Conformales** que explicamos a continuación.

Las predicciones conformales son una técnica estadística que permite no solo estimar un valor futuro, sino también **proporcionar un rango de confianza** alrededor de dicha estimación. Esto significa que, en lugar de ofrecer un único valor como predicción, se entrega un intervalo dentro del cual, con una cierta probabilidad, se espera que se encuentre el valor real.

**¿Cómo funciona?** El método se basa en el análisis de los **errores históricos** de predicción. Específicamente, se realiza lo siguiente:

- Se recopilan los errores cometidos en predicciones pasadas, comparando las estimaciones con los valores reales observados durante un período definido (por ejemplo, los últimos N días).
- A partir de estos errores, se calcula la distribución de los **errores históricos**.
- Usando esta información, se construyen bandas de predicción simétricas alrededor del valor estimado, de modo que estas bandas capturen el valor real con una probabilidad específica (por ejemplo, 68% y 95%).

**¿Qué resultados ofrece?** El modelo conformal entrega:

- **Valor central:** la predicción puntual o estimada (el valor más probable).
- **Bandas de confianza:** intervalos simétricos alrededor del valor central que representan el rango en el que se espera que se ubique el valor real, con una determinada probabilidad.

**Ventaja principal:** Este enfoque mejora la interpretación de las predicciones, ya que permite incorporar la incertidumbre de forma cuantificada y transparente, facilitando una mejor toma de decisiones bajo escenarios de riesgo o ambigüedad.