



Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
(ICAI)

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

---

# GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

## Fundscout: Diseño e Implementación de una Plataforma Web para el Análisis y Optimización de Fondos de Inversión

Autor: Fernando María Tobar Pérez

Director: Pablo Zulaica Pérez

Fdo.: Fernando María Tobar Pérez

Fecha: 21/06/26.....

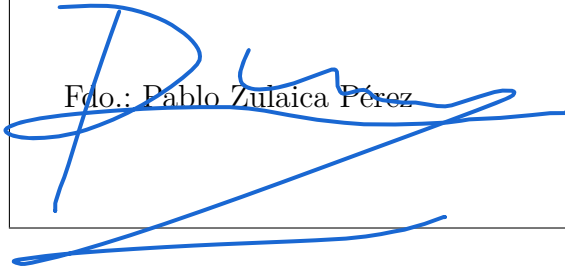
F.T.P

Autorizada la entrega del proyecto

**EL DIRECTOR DEL PROYECTO**

Fdo.: Pablo Zulaica Pérez

Fecha: 21/6/26.....



# Resumen

## FUNDSCOUT: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA WEB PARA EL ANÁLISIS Y OPTIMIZACIÓN DE FONDOS DE INVERSIÓN

**Autor: Tobar Pérez, Fernando María.**

Director: Zulaica Pérez, Pablo.

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas.

### RESUMEN DEL PROYECTO

FundScout es una plataforma web que centraliza el análisis, la comparación y la optimización de fondos de inversión y ETF. El proyecto nace de un problema que viví de primera mano como inversor particular: la información realmente útil está dispersa entre plataformas especializadas, entidades financieras y hojas de cálculo, y su interpretación exige unos conocimientos que una parte importante de los inversores particulares no posee. Como respuesta, se ha desarrollado y desplegado un producto funcional que integra datos financieros, modelos cuantitativos y explicaciones accesibles en una única interfaz.

La solución incorpora búsqueda y filtrado de fondos, rankings, fichas con métricas de rentabilidad, riesgo y costes, comparación interactiva, seguimiento de carteras, simulación de Monte Carlo, optimización media-varianza, informes cuantitativos, noticias financieras y un asistente basado en inteligencia artificial. La arquitectura separa presentación, lógica de negocio y persistencia de datos, y se apoya en React y TypeScript, Flask y Python, Supabase/PostgreSQL y servicios externos especializados. Además, se ha implementado un modelo *freemium* con pagos recurrentes mediante Stripe y confirmación de cuentas por correo electrónico.

La propuesta se validó mediante una encuesta a 52 usuarios potenciales y mediante un mode-

lo económico a cinco años. Todos los participantes que respondieron a la pregunta de utilidad calificaron la solución como útil o muy útil, y el 82,7 % prevé utilizarla al menos una vez al mes. Tras un análisis se llega a un supuesto escenario base en el que el punto de equilibrio se sitúa en 61 usuarios de pago inicialmente y el valor actual neto a cinco años alcanza 35.529,51 €. Los resultados respaldan la viabilidad técnica de la plataforma y apuntan a un interés real por parte del mercado, aunque las proyecciones obtenidas deben interpretarse con cautela, ya que pueden variar en función de factores como la calidad y el licenciamiento de los datos, la conversión a pago y la escalabilidad del pipeline.

*Palabras clave:* fondos de inversión, ETF, análisis financiero, optimización de carteras, simulación de Monte Carlo, inteligencia artificial, aplicación web.

## 1. Introducción

La pérdida de poder adquisitivo, la expansión de la inversión minorista y la disponibilidad creciente de productos financieros han aumentado el interés por los fondos de inversión y los ETF. Estos vehículos facilitan la diversificación, pero su evaluación requiere combinar rentabilidad histórica, volatilidad, caídas máximas, sensibilidad al mercado, composición de cartera y costes. Un dato aislado como por ejemplo, la rentabilidad del último año, no permite determinar si un fondo es adecuado para un usuario ni si compensa el riesgo asumido. Esa dificultad la experimenté personalmente al intentar comparar fondos para mis propias decisiones de inversión.

El estado de la técnica muestra un ecosistema fragmentado. Morningstar y Finect ofrecen fichas y comparadores con amplia cobertura; los brókeres y bancos facilitan la contratación y el seguimiento básico; y las hojas de cálculo permiten personalización. Sin embargo, estas soluciones suelen exigir conocimientos previos, limitar la comparación avanzada o separar el análisis de fondos, la construcción de carteras y la explicación de resultados. Además, las recomendaciones de entidades comercializadoras pueden estar condicionadas por su propia oferta. Existe, por tanto, espacio para una herramienta independiente que reúna análisis cuantitativo, visualización comprensible y asistencia contextual sin ejecutar operaciones de compraventa.

El objeto del proyecto es diseñar, desarrollar y desplegar una plataforma web funcional que reduzca el tiempo necesario para estudiar fondos y mejore la calidad de la decisión. Para ello se definieron cuatro objetivos: (1) integrar y normalizar información procedente de varias fuentes; (2) proporcionar herramientas de análisis individual, comparación y seguimiento; (3) aplicar técnicas cuantitativas a la simulación y optimización de carteras; y (4) comprobar la viabilidad del producto mediante validación de usuarios y un modelo de negocio *freemium*.

FundScout no proporciona asesoramiento financiero personalizado ni transmite órdenes al mercado. Su finalidad es informativa y educativa: presenta datos y resultados de modelos para que el usuario los interprete de acuerdo con sus objetivos y su tolerancia al riesgo. Esta delimitación es importante porque los rendimientos históricos no garantizan resultados futuros y porque tanto la optimización de Markowitz como la simulación de Monte Carlo dependen de hipótesis estadísticas que pueden no mantenerse. Frente a las alternativas analizadas, la aportación principal consiste en reunir en un mismo flujo el descubrimiento del fondo, el análisis de rentabilidad y riesgo, la comparación, la incorporación a una cartera, la simulación de escenarios, la optimización y la explicación mediante IA, orientando la herramienta especialmente a usuarios con conocimientos básicos o medios sin renunciar a métricas avanzadas.

---

<b>Necesidad detectada</b>	<b>Respuesta implementada</b>
Información dispersa y técnica	Ficha unificada, gráficos y explicaciones contextuales
Comparaciones poco homogéneas	Tablas interactivas con métricas normalizadas
Análisis de cartera separado	Seguimiento, simulación y optimización en el mismo entorno
Barreras de aprendizaje	Guía de usuario y asistente de IA con contexto de cartera

---

Tabla 1. Relación entre necesidades del usuario y respuesta de FundScout. Fuente: elaboración propia.

## 2. Metodología

El desarrollo siguió un enfoque incremental inspirado en metodologías ágiles y en el ciclo construir–medir–aprender de Lean Startup [3]. El primer prototipo se construyó en Google Sheets con Google Apps Script para comprobar la extracción y presentación de datos. La dificultad de instalación, la limitada experiencia de usuario y las restricciones de monetización llevaron a migrar el prototipo a una aplicación web. Desde entonces, las funcionalidades se incorporaron en iteraciones breves, con control de versiones mediante Git y validación progresiva de cada módulo.

La arquitectura resultante adopta tres capas (Figura 1). La capa de presentación es una aplicación de página única desarrollada con React, TypeScript, Vite y Tailwind CSS. La capa de negocio es una API REST implementada en Flask y Python, desplegada de forma contenerizada en Google Cloud Run. La capa de datos utiliza Supabase, que proporciona PostgreSQL

administrado, autenticación, almacenamiento de informes y políticas *Row Level Security* para aislar la información de cada usuario. El *frontend* consulta el *backend* para las operaciones de cálculo y, en determinados flujos autenticados, accede directamente a Supabase.

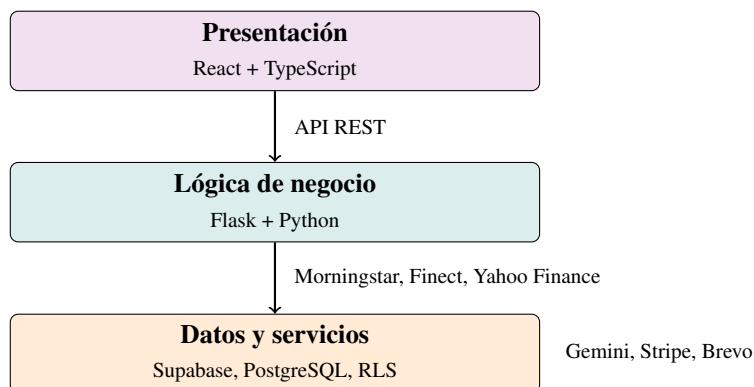


Figura 1. Arquitectura de tres capas y principales integraciones de FundScout. Fuente: elaboración propia.

El *backend* se diseñó alrededor de un *pipeline* de ingestión diferida con caché persistente. Cuando se solicita un fondo, el sistema comprueba si existe información vigente en la base de datos; en caso contrario, consulta las fuentes externas, transforma las respuestas heterogéneas a un esquema común, valida campos e identificadores y persiste el resultado. Este patrón evita mantener localmente todo el universo de fondos y permite ampliar el catálogo a demanda. Morningstar SAL actúa como fuente principal para datos generales, rentabilidades, riesgo, comisiones, asignación geográfica y sectorial y principales posiciones; Finect complementa la información y permite construir el *ranking* mediante un *scraper* con Playwright; y Yahoo Finance aporta series históricas cuando existe correspondencia de *ticker*. Sobre esas series, QuantStats calcula indicadores como Sharpe, Sortino, Calmar, *Value at Risk* y *draw-down*, y genera informes almacenados en Supabase Storage.

La comparación alinea métricas y series temporales para representar diferencias de rendimiento, riesgo y costes. La simulación de Monte Carlo estima posibles trayectorias futuras a partir de los rendimientos históricos, sin presentarlas como predicciones deterministas [2]. La optimización aplica el modelo media-varianza de Markowitz [1] mediante CVXPY [4], sujeto a restricciones de pesos definidas por el usuario; cuando faltan suficientes series de precios o las restricciones hacen inviable el problema, el sistema informa del motivo en lugar de devolver una asignación engañosa. El asistente Gemini utiliza el contexto de las carteras y las últimas transacciones para responder preguntas y explicar métricas, mientras que Stripe gestiona *checkout*, suscripciones, *webhooks* y portal de cliente, y Brevo se emplea como proveedor SMTP para confirmar registros y recuperar cuentas (Figura 2).

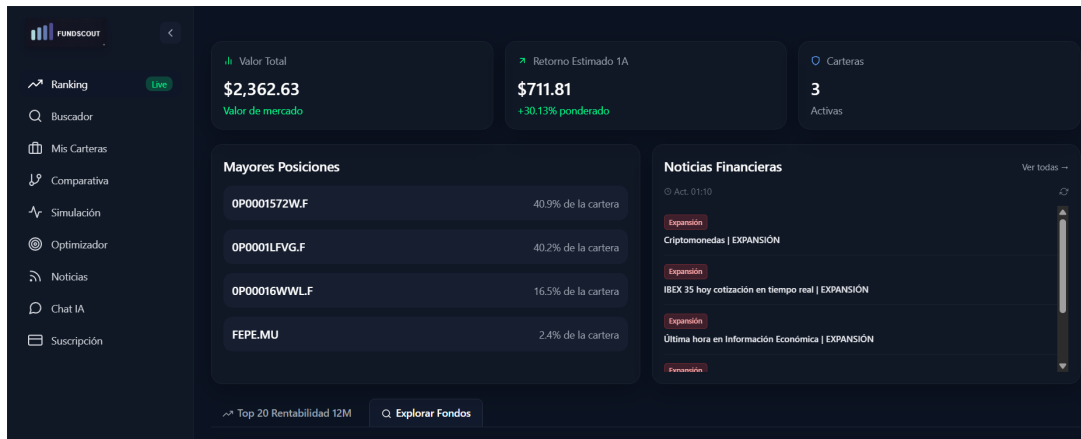


Figura 2. Panel principal de FundScout con posiciones de cartera, noticias y acceso al *ranking*.

Fuente: elaboración propia.

La validación combinó tres perspectivas. La validación técnica comprobó el flujo completo entre interfaz, API, fuentes externas y base de datos. La validación de producto se realizó con una encuesta sobre hábitos, dificultades, utilidad, funcionalidades y disposición a pagar. Finalmente, la validación económica proyectó tráfico, registros, conversión, ingresos y costes durante cinco años, complementada con un análisis de sensibilidad del precio y la tasa de conversión.

### 3. Resultados

El resultado principal es un producto web desplegado que cubre el ciclo de análisis previsto. El usuario puede explorar y filtrar el catálogo, consultar una ficha con datos normalizados, generar un informe cuantitativo, comparar varios fondos, crear carteras y analizar sus posiciones. Sobre esas carteras puede ejecutar simulaciones y optimizaciones, consultar noticias y pedir al asistente explicaciones contextualizadas. La autenticación, el almacenamiento por usuario, la verificación por correo y el control de acceso a funciones *premium* completan un flujo utilizable de extremo a extremo (Tabla 2).

Bloque	Resultado alcanzado
Datos	Ingestión a demanda, normalización, caché y persistencia relacional
Análisis	Rentabilidad, riesgo, costes, composición e informes QuantStats
Carteras	Seguimiento, Monte Carlo y optimización media-varianza
Producto	Autenticación, IA, noticias, suscripciones y guía de usuario

Tabla 2. Síntesis de resultados funcionales. Fuente: elaboración propia.

La encuesta, con 52 respuestas válidas, respalda el problema y las prioridades de diseño. El 59,6 % de los participantes ya invierte en fondos o ETF y un 25 % adicional está interesado en empezar. La información demasiado técnica (50 %) y la falta de comparativas claras (46,2 %) son las dificultades más frecuentes. El 100 % considera la plataforma útil o muy útil, y el 82,7 % anticipa un uso mensual o superior. Las funciones mejor valoradas fueron el análisis sencillo y visual (4,71/5), la simulación de carteras (4,51/5), la comparación de fondos (4,49/5), los gráficos históricos (4,35/5) y el chat de IA (4,31/5). La Figura 3 resume los principales indicadores de la validación.



Figura 3. Indicadores principales de la validación con usuarios ( $n = 52$ ). Fuente: elaboración propia.

La monetización requiere prudencia: el 19,2 % pagaría por una versión avanzada, el 65,4 % respondió «tal vez» y el 15,4 % no pagaría. Además, el 75 % no utiliza actualmente herramientas de inversión de pago. Estos resultados apoyan el modelo *freemium*: la capa gratuita debe crear hábito y confianza, mientras que la suscripción ha de concentrar capacidades de valor demostrable. El rango de precio defendible según la encuesta se sitúa principalmente entre menos de 5 € y 10 € mensuales.

En el escenario base se estiman 1.680 usuarios registrados y 98,7 usuarios de pago en el primer año, a 9 € mensuales. Los ingresos alcanzan 10.659,60 €, frente a costes de 6.530,62 €, con un beneficio neto de 4.128,98 €. El punto de equilibrio se obtiene con 61 suscriptores. Con un crecimiento anual de ingresos del 20 %, el beneficio acumulado a cinco años es 46.671,38 € y el VAN al 8 % asciende a 35.529,51 € (Figura 4).

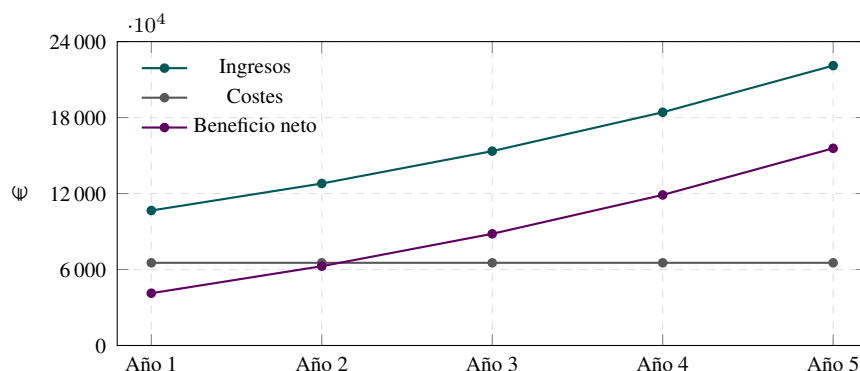


Figura 4. Proyección de ingresos, costes y beneficio neto a cinco años. Fuente: elaboración propia.

Estas cifras no son una previsión garantizada. El modelo supone CAPEX nulo, costes operativos constantes y no incorpora explícitamente *churn*, soporte ni costes regulatorios. La TIR queda indefinida al no existir un desembolso inicial negativo. La sensibilidad muestra que un precio y una conversión bajos pueden producir un VAN negativo; la viabilidad depende especialmente de la captación, la retención y el valor percibido.

#### 4. Conclusiones

El proyecto demuestra la integración de datos heterogéneos, análisis cuantitativo, carteras, inteligencia artificial y monetización en un producto operativo y desplegado en producción. FundScout ofrece un flujo más continuo que la combinación de comparadores, hojas de cálculo y aplicaciones bancarias, y la validación confirma una necesidad clara de análisis visual y comparable.

Las limitaciones principales son la dependencia de proveedores, la cobertura irregular de series, la sensibilidad de Markowitz y el carácter hipotético del modelo económico. Como líneas futuras se plantean fuentes con licencia y validación cruzada, procesamiento asíncrono, estimadores robustos, modelos como Black–Litterman o CVaR, fiscalidad, alertas y un agente de IA con acceso controlado a herramientas. Antes de escalar deberán reforzarse el cumplimiento, la privacidad, la seguridad y las pruebas con usuarios.

#### 5. Referencias

- [1] Markowitz, H. (1952). *Portfolio Selection*. The Journal of Finance, 7(1), 77–91.
- [2] Glasserman, P. (2003). *Monte Carlo Methods in Financial Engineering*. Springer.
- [3] Ries, E. (2011). *The Lean Startup*. Crown Business.
- [4] Diamond, S., & Boyd, S. (2016). *CVXPY: A Python-Embedded Modeling Language for Convex Optimization*. JMLR, 17(83), 1–5.
- [5] Aroussi, R. (2024). *QuantStats: Portfolio Analytics for Quants*.

# FUNDSCOUT: DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A WEB PLATFORM FOR INVESTMENT FUND ANALYSIS AND OPTIMIZATION

**Author: Tobar Pérez, Fernando María.**

Supervisor: Zulaica Pérez, Pablo.

Collaborating Entity: ICAI – Universidad Pontificia Comillas.

## PROJECT ABSTRACT

FundScout is a web platform that centralizes the analysis, comparison and optimization of investment funds and exchange-traded funds (ETFs). The idea grew out of a problem I experienced first-hand as a retail investor: relevant information is scattered across specialist platforms, financial institutions and spreadsheets, while interpreting it requires knowledge that many retail investors do not possess. In response, a working product has been developed and deployed in production, combining financial data, quantitative models and accessible explanations in a single interface.

The platform provides fund search and filtering, rankings, factsheets with return, risk and cost metrics, interactive comparison, portfolio tracking, Monte Carlo simulation, mean–variance optimization, quantitative reports, financial news and an artificial-intelligence assistant. Its architecture separates presentation, business logic and data persistence and relies on React and TypeScript, Flask and Python, Supabase/PostgreSQL and specialist external services. A *freemium* model with recurring payments through Stripe and email-based account confirmation has also been implemented.

The value proposition was assessed through a survey of 52 potential users and a five-year financial model. Every respondent who answered the usefulness question rated the solution as useful or very useful, and 82.7 % expected to use it at least once a month. Under the base-case assumptions, break-even is reached with 61 paying users and the five-year net present value amounts to €35,529.51. The results support the technical feasibility of the platform and point to genuine market interest, although the projections obtained should be interpreted with caution, as they may vary depending on factors such as data quality and licensing, paid conversion and pipeline scalability.

*Keywords:* investment funds, ETFs, financial analysis, portfolio optimization, Monte Carlo simulation, artificial intelligence, web application.

## 1. Introduction

The erosion of purchasing power, the growth of retail investing and the increasing availability of financial products have raised interest in investment funds and ETFs. These vehicles facilitate diversification, yet evaluating them requires a joint assessment of historical performance, volatility, maximum drawdown, market sensitivity, portfolio composition and costs. A single figure —such as the previous year’s return— cannot establish whether a fund is suitable for a particular user or whether its return compensates for the risk assumed. I ran into this difficulty myself while trying to compare funds for my own investment decisions.

The state of the art reveals a fragmented ecosystem. Morningstar and Finect provide factsheets and broad-coverage comparison tools; brokers and banks facilitate transactions and basic monitoring; and spreadsheets offer customization. However, these alternatives often require prior knowledge, limit advanced comparison or separate fund analysis from portfolio construction and result interpretation. Recommendations from distributors may also be constrained by their own product range. There is therefore room for an independent tool that combines quantitative analysis, intelligible visualization and contextual assistance without executing transactions.

The purpose of the project is to design, develop and deploy a functional web platform that reduces the time required to research funds and improves decision quality. Four objectives were defined: (1) integrate and normalize information from several sources; (2) provide tools for individual analysis, comparison and monitoring; (3) apply quantitative techniques to portfolio simulation and optimization; and (4) assess the product’s viability through user validation and a *freemium* business model.

FundScout does not provide personalized financial advice or transmit orders to the market. Its purpose is informational and educational: it presents data and model outputs for users to interpret according to their objectives and risk tolerance. This boundary is important because past performance does not guarantee future results and because both Markowitz optimization and Monte Carlo simulation depend on statistical assumptions that may not hold. Compared with the alternatives reviewed, the main contribution is the integration of fund discovery, return and risk analysis, comparison, portfolio inclusion, scenario simulation, optimization and AI-supported explanation within a single workflow, focusing particularly on users with basic or intermediate knowledge while retaining advanced metrics.

Identified need	Implemented response
Scattered, technical information	Unified factsheet, charts and contextual explanations
Inconsistent comparisons	Interactive tables with normalized metrics
Separate portfolio analysis	Tracking, simulation and optimization in one environment
Learning barriers	User guide and portfolio-aware AI assistant

Table 1. Relationship between user needs and FundScout’s response. Source: author’s own work.

## 2. Methodology

Development followed an incremental approach inspired by agile methods and the Build–Measure–Learn cycle of Lean Startup [3]. The first prototype used Google Sheets and Google Apps Script to test data retrieval and presentation. Installation difficulties, limited user experience and monetization constraints prompted a migration to a web application. Functions were then incorporated through short iterations, with Git-based version control and progressive validation of each module.

The resulting architecture has three layers (Figure 1). The presentation layer is a single-page application developed with React, TypeScript, Vite and Tailwind CSS. The business layer is a REST API implemented in Flask and Python and deployed as a containerized service on Google Cloud Run. The data layer uses Supabase, which provides managed PostgreSQL, authentication, report storage and *Row Level Security* policies to isolate each user’s information. The frontend accesses the backend for calculation tasks and, in selected authenticated flows, communicates directly with Supabase.

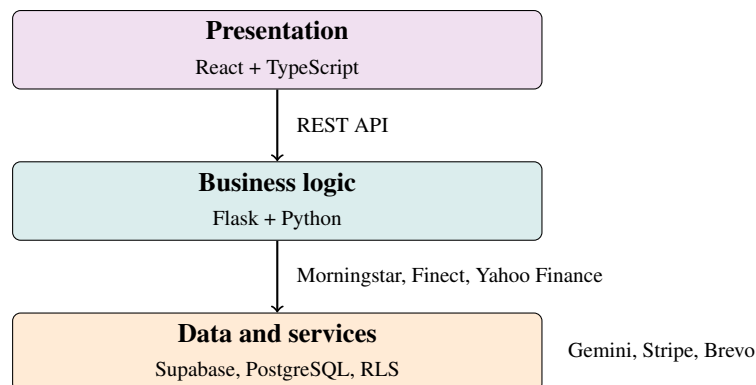


Figure 1. Three-layer architecture and FundScout’s main integrations. Source: author’s own work.

The backend is organized around deferred ingestion with persistent caching. When a fund is requested, the system checks whether current information is already present in the database;

otherwise, it queries external sources, transforms heterogeneous responses into a common schema, validates fields and identifiers, and stores the result. This pattern removes the need to maintain the full fund universe locally and allows the catalogue to expand on demand. Morningstar SAL is the primary source for general information, returns, risk, fees, regional and sector allocation and top holdings; Finect is used as a complementary source and to build the fund ranking through a Playwright scraper; and Yahoo Finance supplies historical series when a ticker match is available. QuantStats then derives measures such as Sharpe, Sortino and Calmar ratios, Value at Risk and drawdown, and generates HTML reports stored in Supabase Storage.

The comparison module aligns metrics and time series to show differences in performance, risk and costs. Monte Carlo simulation estimates possible future paths from historical returns without presenting them as deterministic forecasts [2]. Optimization applies Markowitz's mean-variance model [1] through CVXPY [4], subject to user-defined weight constraints; if insufficient price histories are available or the constraints make the problem infeasible, the system explains the reason rather than returning a misleading allocation. The Gemini assistant uses portfolio and recent-transaction context to answer questions and explain metrics, while Stripe manages checkout, subscriptions, webhooks and the customer portal, and Brevo provides SMTP services for account confirmation and recovery (Figure 2).

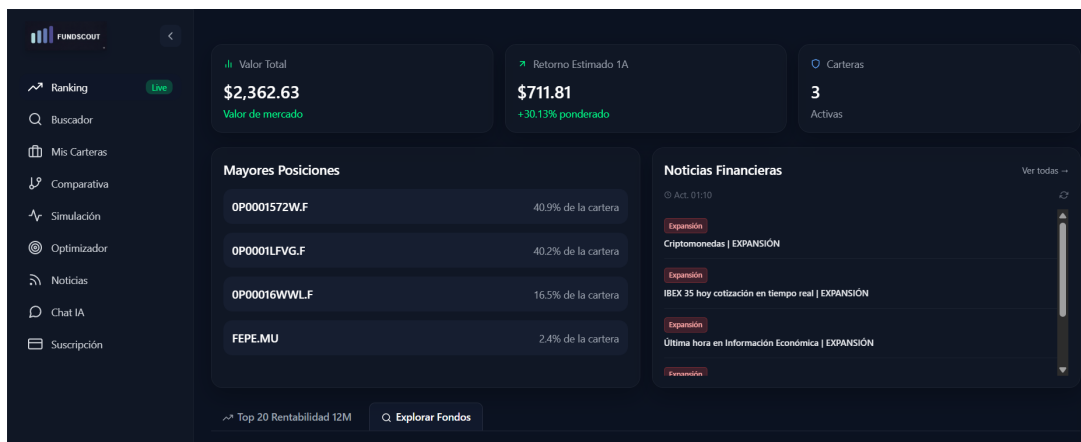


Figure 2. FundScout dashboard showing portfolio positions, news and access to the fund ranking.

Source: author's own work.

Validation combined three perspectives. Technical validation examined the end-to-end flow between interface, API, external sources and database. Product validation used 52 valid survey responses concerning habits, difficulties, usefulness, features and willingness to pay. Finally, economic validation projected traffic, registrations, conversion, revenue and costs over five years and included a sensitivity analysis of price and paid-conversion rate.

### 3. Results

The main result is a deployed web product covering the intended analysis cycle. Users can explore and filter the catalogue, open a factsheet with normalized data, generate a quantitative report, compare several funds, create portfolios and assess their positions. They can then run simulations and optimizations, review news and ask the assistant for contextual explanations. Authentication, user-level storage, email verification and premium access control complete an end-to-end usable flow (Table 2).

Area	Result achieved
Data	On-demand ingestion, normalization, caching and relational persistence
Analysis	Return, risk, costs, composition and QuantStats reports
Portfolios	Tracking, Monte Carlo and mean–variance optimization
Product	Authentication, AI, news, subscriptions and user guidance

Table 2. Summary of functional results. Source: author’s own work.

The survey, with 52 valid responses, supports both the problem statement and the design priorities. Some 59.6 % of participants already invest in funds or ETFs and a further 25 % are interested in starting. Overly technical information (50 %) and the absence of clear comparisons (46.2 %) are the most common difficulties. All respondents consider the platform useful or very useful, and 82.7 % anticipate monthly or more frequent use. The highest-rated functions were simple visual analysis (4.71/5), portfolio simulation (4.51/5), fund comparison (4.49/5), historical charts (4.35/5) and the AI chat (4.31/5). Figure 3 summarizes the main validation indicators.



Figure 3. Main indicators from user validation ( $n = 52$ ). Source: author’s own work.

Monetization should nevertheless be approached cautiously: 19.2 % would pay for an advanced version, 65.4 % answered “maybe”, and 15.4 % would not pay. Furthermore, 75 % do not currently use paid investment tools. These findings support a *freemium* model in which the free tier builds habit and trust while the subscription concentrates functions with demonstrable value. Survey responses place the most defensible initial price range between below €5 and €10 per month.

The base scenario assumes 1,680 registered and 98.7 paying users in year one at €9 per month. Revenue is €10,659.60 against costs of €6,530.62, producing net profit of €4,128.98. Break-even is reached with 61 subscribers. With 20 % annual revenue growth, accumulated five-year profit is €46,671.38 and NPV at an 8 % discount rate reaches €35,529.51 (Figure 4).

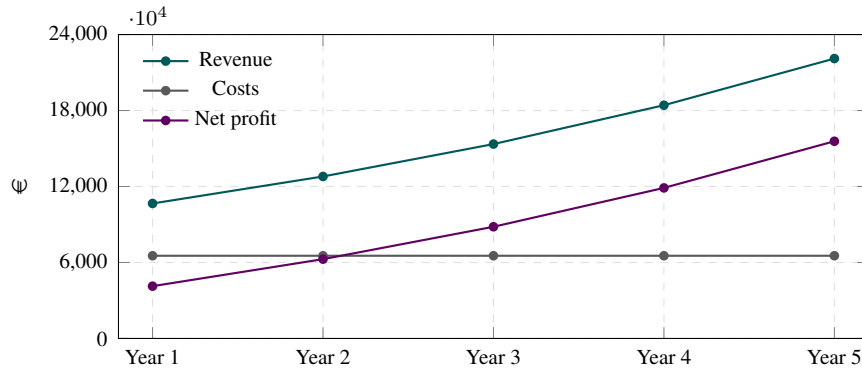


Figure 4. Projected revenue, costs and net profit over five years. Source: author’s own work.

These figures are not guaranteed forecasts. The model assumes zero initial capital expenditure and constant operating costs, and does not explicitly include churn, support or regulatory expenditure. The internal rate of return is undefined because there is no initial negative cash flow. Low price and weak conversion can produce a negative NPV; viability depends particularly on acquisition, retention and perceived value.

#### 4. Conclusions

The project demonstrates the integration of heterogeneous data, quantitative analysis, portfolios, artificial intelligence and monetization in an operational product deployed in production. FundScout offers a more continuous workflow than combining comparison websites, spreadsheets and banking apps, and validation confirms a clear need for visual, comparable analysis.

The main limitations are external-provider dependence, inconsistent historical-series coverage, Markowitz’s sensitivity and the hypothetical financial model. Future work should consider licensed and cross-validated sources, asynchronous processing, robust estimators, models such as Black–Litterman or CVaR, taxation, alerts and an AI agent with controlled tool access. Compliance, privacy, security and user testing must be strengthened before scaling.

#### 5. References

- [1] Markowitz, H. (1952). *Portfolio Selection*. The Journal of Finance, 7(1), 77–91.
- [2] Glasserman, P. (2003). *Monte Carlo Methods in Financial Engineering*. Springer.

- [3] Ries, E. (2011). *The Lean Startup*. Crown Business.
- [4] Diamond, S., & Boyd, S. (2016). *CVXPY: A Python-Embedded Modeling Language for Convex Optimization*. JMLR, 17(83), 1–5.
- [5] Aroussi, R. (2024). *QuantStats: Portfolio Analytics for Quants*.

# Índice general

<b>Resumen</b>	<b>1</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>19</b>
<b>Índice de cuadros</b>	<b>23</b>
<b>1. Anteproyecto</b>	<b>24</b>
1.1. Introducción . . . . .	24
1.2. Estado de la cuestión . . . . .	25
1.3. Motivación . . . . .	29
1.4. Objetivos del proyecto . . . . .	29
1.5. Alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) . . . . .	30
1.6. Metodología de trabajo . . . . .	31
1.7. Recursos empleados . . . . .	31
<b>2. Descripción General del Sistema</b>	<b>33</b>
2.1. Visión General de la Aplicación . . . . .	33
2.2. Funcionalidades Principales . . . . .	34
2.2.1. Landing Page . . . . .	34
2.2.2. Ranking de Fondos . . . . .	37
2.2.3. Búsqueda de Fondos . . . . .	39
2.2.4. Comparación de Fondos . . . . .	46
2.2.5. Panel de Noticias Financieras . . . . .	50
2.2.6. Asistente de Inteligencia Artificial . . . . .	50
2.2.7. Gestión de Carteras . . . . .	51
2.2.8. Simulación de Monte Carlo . . . . .	52
2.2.9. Optimización de Carteras . . . . .	54
2.3. Modelo Freemium: Funcionalidades Gratuitas y Premium . . . . .	55
<b>3. Arquitectura del Sistema</b>	<b>57</b>
3.1. Visión General . . . . .	57

---

3.2.	Frontend . . . . .	58
3.3.	Backend . . . . .	59
3.4.	Base de Datos (Supabase) . . . . .	59
3.5.	Integraciones Externas . . . . .	60
3.5.1.	Morningstar SAL API . . . . .	60
3.5.2.	Finect . . . . .	61
3.5.3.	Yahoo Finance . . . . .	61
3.5.4.	Noticias Financieras . . . . .	62
3.5.5.	Stripe . . . . .	64
3.5.6.	Brevo (SMTP) . . . . .	64
3.5.7.	Gemini . . . . .	65
3.6.	Flujo de Datos entre Componentes . . . . .	67
<b>4.</b>	<b>Flujo del Backend</b>	<b>69</b>
4.1.	Visión General del Flujo de Datos . . . . .	69
4.2.	Descripción de los Módulos del Backend . . . . .	69
4.2.1.	Servidor Principal ( <code>server.py</code> ) . . . . .	69
4.2.2.	Pipeline Unificado ( <code>unified_pipeline.py</code> ) . . . . .	70
4.2.3.	Scraper de Morningstar ( <code>morningstar_scraper.py</code> ) . . . . .	71
4.2.4.	Optimizador de Carteras ( <code>portfolio_optimization.py</code> ) . . . . .	71
4.2.5.	Motor de Simulación de Monte Carlo ( <code>MonteCarloSimulator.py</code> ) . . . . .	72
4.2.6.	Rutas de Stripe ( <code>stripe_routes.py</code> ) . . . . .	72
4.3.	Pipeline de Datos: Lógica de Priorización de Fuentes . . . . .	73
<b>5.</b>	<b>Diseño de la Base de Datos</b>	<b>74</b>
5.1.	Modelo de Datos . . . . .	74
5.2.	Tablas Principales . . . . .	74
5.2.1.	Tabla <code>funds</code> . . . . .	74
5.2.2.	Tabla <code>fund_metrics</code> . . . . .	76
5.2.3.	Tabla <code>fund_prices</code> . . . . .	77
5.2.4.	Tabla <code>fund_allocations</code> . . . . .	78
5.2.5.	Tabla <code>fund_holdings</code> . . . . .	78
5.2.6.	Tablas de Usuario y Suscripción . . . . .	79
5.2.7.	Tablas de Carteras . . . . .	81
5.3.	Relaciones entre Tablas . . . . .	83
5.4.	Gestión del Ciclo de Vida de los Datos . . . . .	84
<b>6.</b>	<b>Sistema de Pagos y Monetización</b>	<b>85</b>
6.1.	Modelo Freemium . . . . .	85
6.2.	Integración con Stripe . . . . .	85

---

6.2.1. Flujo de Checkout . . . . .	85
6.2.2. Webhooks y Actualización de Estado . . . . .	86
6.2.3. Portal de Cliente . . . . .	86
6.3. Gestión del Estado Premium . . . . .	86
<b>7. Seguridad y Buenas Prácticas . . . . .</b>	<b>88</b>
7.1. Gestión de Claves y Variables de Entorno . . . . .	88
7.2. Validación de Entradas . . . . .	88
7.3. Control de Acceso . . . . .	89
7.4. Seguridad en Webhooks . . . . .	89
7.5. Seguridad en Base de Datos . . . . .	90
<b>8. Frontend y Experiencia de Usuario . . . . .</b>	<b>91</b>
8.1. Estructura de la Interfaz . . . . .	91
8.2. Conexión con el Backend . . . . .	93
8.3. Diseño del Paywall . . . . .	94
8.4. Experiencia de Usuario en Funcionalidades Clave . . . . .	95
<b>9. Modelo de Negocio . . . . .</b>	<b>97</b>
9.1. Propuesta de Valor . . . . .	97
9.2. Adquisición de Usuarios, Conversión a <i>Freemium</i> y Plan de Marketing . . . . .	98
9.2.1. Justificación del Modelo <i>Freemium</i> . . . . .	98
9.2.2. Benchmarks Empíricos de Tasa de Conversión . . . . .	100
9.2.3. Supuestos de Conversión Adoptados . . . . .	101
9.2.4. Proyección del Embudo de Adquisición a 12 Meses . . . . .	101
9.2.5. Plan de Marketing y Estrategia de Canales . . . . .	102
9.2.6. Análisis del Coste de Adquisición de Clientes (CAC) . . . . .	104
9.2.7. Limitaciones . . . . .	105
9.3. Modelo de Viabilidad Económica . . . . .	105
9.3.1. Objeto del análisis . . . . .	105
9.3.2. Resumen ejecutivo . . . . .	106
9.3.3. Metodología y estructura del modelo . . . . .	106
9.3.4. Análisis de la estructura de costes . . . . .	107
9.3.5. Modelo de ingresos y punto de equilibrio . . . . .	107
9.3.6. Plan de marketing y eficiencia comercial . . . . .	108
9.3.7. Embudo de conversión y crecimiento comercial . . . . .	109
9.3.8. Proyección económico-financiera a cinco años . . . . .	109
9.3.9. Rentabilidad y creación de valor . . . . .	110
9.3.10. Análisis de sensibilidad . . . . .	110
9.3.11. Supuestos clave y limitaciones . . . . .	111

9.3.12. Conclusiones . . . . .	112
9.4. Validación . . . . .	112
<b>10. Conclusiones y Líneas Futuras</b>	<b>122</b>
10.1. Valor del Proyecto . . . . .	122
10.2. Posibles Mejoras y Líneas Futuras . . . . .	123
10.2.1. Inteligencia Artificial Más Avanzada . . . . .	123
10.2.2. Optimización Más Compleja . . . . .	123
10.2.3. Mejoras en la Calidad de Datos . . . . .	124
10.2.4. Escalabilidad . . . . .	124
10.2.5. Desarrollo de Funcionalidad de Fiscalidad . . . . .	124
10.2.6. Funcionalidades de Comunidad y Personalización . . . . .	124

# Índice de figuras

2.1. Landing page de Fundscout — sección principal. . . . .	34
2.2. Landing page — sección sobre el equipo y el proyecto. . . . .	35
2.3. Guía de usuario — sección introductoria. . . . .	35
2.4. Guía de usuario — sección de guía de módulos (desplegables). . . . .	36
2.5. Guía de usuario — Glosario de términos y acceso directo a suscripción. . . . .	37
2.6. Página de ranking — perfil del usuario y últimas noticias. . . . .	38
2.7. Página de ranking — tabla de los 20 fondos con mayor rentabilidad. . . . .	38
2.8. Página de ranking — tabla de exploración de fondos con filtros avanzados (Sharpe, Beta, volatilidad, retorno, TER). . . . .	39
2.9. Buscador de fondos — autocompletado en tiempo real con identificación de fuente de datos (DB/MS). . . . .	40
2.10. Resultado del buscador — ficha de fondo con métricas clave, principales posiciones y acceso al reporte QuantStats. . . . .	41
2.11. Resultado del buscador — evolución del precio histórico, distribución geográfica, distribución sectorial y desglose de comisiones. . . . .	42
2.12. Reporte QuantStats (I) — retorno acumulado, retorno anual (EOY), distribución de retornos mensuales y tabla completa de métricas de rendimiento. . . . .	44
2.13. Reporte QuantStats (II) — suma acumulada de retornos diarios, volatilidad rodante, Sharpe rodante, Sortino rodante, peores periodos de <i>drawdown</i> y tabla de retornos anuales. . . . .	45
2.14. Reporte QuantStats (III) — gráfico <i>underwater</i> (caída desde máximos), mapa de calor de retornos mensuales por año y cuantiles de retorno por horizonte temporal (diario, semanal, mensual, trimestral y anual). . . . .	46
2.15. Herramienta de comparación — tabla comparativa y gráfico de rendimiento acumulado. . . . .	48
2.16. Herramienta de comparación — Tabla de retornos. . . . .	49
2.17. Herramienta de comparación — pestaña de Riesgo. . . . .	49
2.18. Herramienta de comparación — pestaña Estadísticas. . . . .	49
2.19. Herramienta de comparación — Relativo y matriz de correlación. . . . .	50

2.20. Módulo de gestión de carteras — posiciones abiertas, métricas, gráfico de composición y distintas carteras creadas. . . . .	51
2.21. Módulo de gestión de carteras — análisis X-Ray. . . . .	51
2.22. Módulo de gestión de carteras — gráfico de composición y análisis X-Rayhistorial de transacciones. . . . .	52
2.23. Simulación de Monte Carlo — configuración de parámetros y resumen estadístico. . . . .	53
2.24. Simulación de Monte Carlo — gráfico de abanico con percentiles. . . . .	53
2.25. Simulación de Monte Carlo — histograma de resultados finales. . . . .	54
2.26. Simulación de Monte Carlo — trayectorias de la simulación. . . . .	54
2.27. Optimizador de carteras — configuración de restricciones y parámetros. . . . .	55
2.28. Optimizador de carteras — resultados y recomendaciones de rebalanceo. . . . .	55
3.1. Diagrama de arquitectura de tres capas de Fundscout. Fuente: elaboración propia. . . . .	58
3.2. Panel de noticias financieras. . . . .	64
3.3. Asistente de IA Gemini integrado como widget flotante en la aplicación. . . . .	67
3.4. Respuesta del asistente Gemini con análisis personalizado de la cartera del usuario. . . . .	67
5.1. Esquema de la tabla <code>funds</code> en Supabase. Fuente: elaboración propia. . . . .	76
5.2. Esquema de la tabla <code>fund_metrics</code> en Supabase. . . . .	77
5.3. Esquema de la tabla <code>fund_prices</code> en Supabase. . . . .	77
5.4. Esquema de la tabla <code>fund_allocations</code> en Supabase. . . . .	78
5.5. Esquema de la tabla <code>fund_holdings</code> en Supabase. . . . .	79
5.6. Esquema de la tabla <code>profiles</code> en Supabase. . . . .	80
5.7. Esquema de la tabla <code>news_articles</code> en Supabase. . . . .	81
5.8. Esquema de las tablas de <code>portfolios</code> en Supabase. . . . .	82
5.9. Esquema de la tabla <code>risks</code> y <code>metricas</code> en Supabase. . . . .	83
5.10. Índice de símbolos para las tablas de Supabase. . . . .	83
8.1. Barra lateral de navegación en estado expandido. . . . .	92
8.2. Barra lateral de navegación en estado colapsado. . . . .	93
8.3. Página de suscripción — estado activo del plan Premium Mensual (9€/mes) y comparativa de funcionalidades disponibles en los planes Free y Premium. . . . .	95
9.1. Ruta de conversión de 1.000 visitantes en cuatro modelos de adquisición. Fuente: Informe de Conversión 2026, ChartMogul, Growth Unhinged y ProductLed [13]. . . . .	99

9.2. Distribución de tasas de conversión de gratuito a pago en 200 productos SaaS. Mediana = 8 %. Fuente: Informe de Conversión 2026, ChartMogul, Growth Unhinged y ProductLed [13]. . . . .	100
9.3. Proyección del embudo de adquisición a 12 meses. Meses 1–3: tasa gratuito a pago del 4,0 %; meses 4–12: 6,5 %. Tasa visitante a registro gratuito: 7,0 % constante. Fuente: elaboración propia. . . . .	102
9.4. Asignación del presupuesto de marketing por canal para el Año 1. Fuente: elaboración propia. . . . .	103
9.5. CAC estimado por canal de marketing. El CAC de email/ciclo de vida representa su contribución a la conversión de usuarios adquiridos a través de otros canales. Fuente: elaboración propia. . . . .	104
9.6. Estructura de costes anuales por concepto. Fuente: elaboración propia. . . . .	107
9.7. Distribución del presupuesto de marketing por canal y CAC estimado. Fuente: elaboración propia. . . . .	108
9.8. Evolución del embudo de conversión mensual a lo largo de los 12 meses del Año 1. Fuente: elaboración propia. . . . .	109
9.9. Evolución de ingresos, costes y beneficio neto a cinco años. Fuente: elaboración propia. . . . .	110
9.10. Matriz de sensibilidad del VAN a cinco años en función de la tasa de conversión y el precio mensual. Fuente: elaboración propia. . . . .	111
9.11. Perfil de los encuestados ( $n = 52$ ): distribución por rango de edad (izquierda) y por nivel de conocimientos financieros (derecha). Fuente: elaboración propia. . . . .	113
9.12. Comportamiento inversor ( $n = 52$ ): situación inversora actual (izquierda) y frecuencia de revisión de las inversiones (derecha). Fuente: elaboración propia. . . . .	114
9.13. Herramientas utilizadas actualmente (arriba) y dificultades encontradas al analizar fondos (abajo), ambas de respuesta múltiple ( $n = 52$ ). Fuente: elaboración propia. . . . .	115
9.14. Utilidad percibida de la aplicación (izquierda) y frecuencia de uso esperada (derecha) ( $n = 52$ ). Fuente: elaboración propia. . . . .	116
9.15. Valoración media de las funcionalidades de la aplicación (escala 1–5, $n = 49$ ). Fuente: elaboración propia. . . . .	116
9.16. Formato preferido de la aplicación (izquierda) y disposición a pagar por una versión premium (derecha) ( $n = 52$ ). Fuente: elaboración propia. . . . .	117
9.17. Precio mensual considerado razonable en euros (izquierda) y descuento mínimo exigido para contratar el plan anual (derecha). Fuente: elaboración propia. . . . .	118

9.18. Uso actual de herramientas de pago (izquierda) y disposición a cambiar ante una alternativa más barata y clara (derecha) ( $n = 52$ ). Fuente: elaboración propia. . . . . 119

9.19. Competidores identificados por los encuestados en respuesta abierta, agrupados por menciones e incluyendo la categoría “No identifica competidor claro” ( $n = 52$ ). Fuente: elaboración propia. . . . . 119

9.20. Disposición a recomendar la aplicación a otras personas ( $n = 51$ ). Fuente: elaboración propia. . . . . 120

# Índice de cuadros

1.1. Comparativa de funcionalidades entre herramientas del mercado . . . . .	28
5.1. Campos principales de la tabla <b>funds</b> . . . . .	75
9.1. Benchmarks de conversión <i>freemium</i> en verticales SaaS seleccionadas. Fuente: FirstPageSage, 2024 [14]. . . . .	101
9.2. Supuestos de conversión del embudo de adquisición. . . . .	101
9.3. Principales indicadores económicos del escenario base . . . . .	106
9.4. Desglose de costes anuales . . . . .	107
9.5. Magnitudes clave del modelo de ingresos del Año 1 . . . . .	108
9.6. Proyección económico-financiera a cinco años . . . . .	109
9.7. Supuestos clave del modelo de viabilidad económica . . . . .	111
9.8. Principales <i>insights</i> extraídos de los comentarios cualitativos de la encuesta.120	

# Capítulo 1

## Anteproyecto

### 1.1. Introducción

La inflación es hoy en día uno de los problemas económicos más serios a los que nos enfrentamos. Hay quien defiende que ciertos niveles de inflación son propios de una economía activa y en crecimiento, pero cuando esas tasas se disparan como está ocurriendo en los últimos años, el efecto directo es que el ahorro pierde valor. Según el Instituto Nacional de Estadística, España registró un IPC del 2,7 % en agosto de 2025 [6], y a nivel global el Fondo Monetario Internacional sitúa la media de inflación mundial cerca del 4,3 % [7]. Son datos que muestran un deterioro real del poder adquisitivo: guardar el dinero en el banco o en un depósito convencional ya no tiene mucho sentido porque en muchos casos ni siquiera cubre la inflación.

La inversión es precisamente la respuesta a este problema. No solo permite mantener el valor del patrimonio, sino que, bien hecha, genera crecimiento. Jordà, Knoll, Kuvshinov, Schularick y Taylor (2023) lo confirman en un estudio que analiza 16 países entre 1870 y 2020: los bienes inmuebles y las acciones tienden a superar con creces los niveles de inflación [8]. Claro que existen muchos tipos de inversión, con distintos niveles de complejidad y riesgo. Entre ellos están los fondos de inversión y los ETFs.

Los fondos de inversión son vehículos de inversión colectiva que dan acceso a una cartera diversificada de activos con el objetivo de replicar o batir un índice de referencia. Presentan riesgos y rendimientos similares a los del índice que siguen. Los ETFs (*Exchange Traded Funds*), o fondos cotizados, funcionan de manera parecida, pero con la diferencia de que se negocian en bolsa como si fueran una acción individual, mientras que en los fondos de inversión la orden de compra o venta solo se puede ejecutar al cierre del día. En ambos casos los hay de gestión activa, con equipos de profesionales detrás, y de gestión pasiva. Su gran ventaja está en que facilitan la inversión diversificada,

haciéndola accesible y relativamente segura para cualquier persona. Son, en definitiva, uno de los productos financieros más completos para quien quiere construir su futuro económico sin necesidad de ser un experto. A nivel macroeconómico también cumplen una función importante, ya que financian proyectos demandados por la sociedad y contribuyen al crecimiento económico. En este TFG nos centramos en el punto de vista del inversor particular, desarrollando una herramienta que ayude a decidir en qué fondos participar.

Otro problema importante es la falta de educación financiera en España. Según la encuesta de FUNCAS de 2023 [9], solo el 19 % de la población española tiene un nivel avanzado de conocimientos financieros, frente al 26 % de media europea. Eso significa que una gran parte de la gente no está en condiciones de tomar decisiones económicas informadas, lo que la deja expuesta a malas decisiones o, directamente, a no hacer nada. La herramienta que se propone en este TFG pretende contribuir a mejorar esa situación, siendo capaz de explicar conceptos clave como métricas financieras, comisiones o riesgo de manera comprensible.

Además, este proyecto hace frente al sesgo comercial de la banca tradicional. Es conocida la tendencia de los bancos a recomendar sus propios fondos, que expertos del sector como Pablo González Vidal [10] denominan directamente “fondos basura”: comisiones elevadas, riesgo alto y rentabilidades pobres. La herramienta que se desarrolla ofrece una visión amplia y objetiva de todos los fondos disponibles en el mercado, permitiendo contrastar lo que ofrece cada uno sin filtros comerciales. Esto beneficia directamente al inversor particular y contribuye, de forma agregada, a una mejora de la salud financiera colectiva.

Eso sí, invertir siempre conlleva riesgo. Lo mismo que se pueden obtener rendimientos positivos, también se puede perder dinero. Todo inversor quiere maximizar la rentabilidad y minimizar el riesgo, y para eso hace falta un análisis fundamentado en datos fiables. Como decía Warren Buffett, “el riesgo viene de no saber lo que estás haciendo”. El uso de herramientas de análisis reduce ese riesgo, ahorra tiempo y mejora la calidad de las decisiones. En un mercado tan dinámico y competitivo como el de las inversiones, contar con rapidez y precisión es clave. En resumen, la idea es facilitar al máximo todo el proceso de análisis para construir una buena estrategia de inversión financiera.

## 1.2. Estado de la cuestión

El análisis de fondos de inversión se caracteriza por dos retos simultáneos: volumen de datos (históricos de valor liquidativo, clases del fondo, comisiones, benchmarks, exposición y métricas de riesgo) y selección de indicadores realmente informativos para

extraer conclusiones defendibles. En la práctica, el análisis suele estructurarse en tres capas:

1. **rendimiento (rentabilidades a distintos plazos)**
2. **riesgo (volatilidad, drawdowns, betas, tracking error, etc.)**
3. **costes (TER/costes corrientes, comisiones de suscripción/reembolso, fiscalidad y fricciones)**

Hoy en día existen cuatro herramientas clave:

1. **Plataformas de investigación y datos**
2. **Brokers y aplicaciones de operativa**
3. **Plantillas de Excel/Google Sheets**
4. **Plataformas bancarias**

1) Orientadas a analizar y seleccionar fondos con fichas, screeners, ratings y (a veces) radiografías de cartera agregada (tipo X-Ray). Aquí se ubican Morningstar, Finect, ArtemisaFunds de la Pizarra de Andrés y, con un enfoque más generalista, Yahoo Finance y TradingView.

Morningstar actúa como referencia por la amplitud de datos y por sus sistemas de rating. Su rating de estrellas compara fondos dentro de su categoría con ajuste por riesgo y costes, y es útil para reducir el universo de alternativas, pero no constituye por sí solo una garantía de resultados futuros ni sustituye un análisis cualitativo.

En España, Finect destaca por ofrecer comparador de fondos con ratios avanzados (p. ej., volatilidad, máxima caída, alpha, beta, Sharpe, tracking error o ratio de información) y por integrar datos de Morningstar en rankings y fichas, además de una capa adicional de herramientas bajo Finect Plus (radiografías de cartera y seguimiento).

Como alternativa generalista, Yahoo Finance permite seguimiento de carteras y watchlists, y utiliza proveedores como Morningstar para parte de sus datos (históricos internacionales, estados financieros y datos de fondos/ETFs), incorporando en productos avanzados metodologías explícitas de medición de rendimiento.

Artemisa (vinculada al proyecto La Pizarra de Andrés) se presenta como plataforma de acceso por suscripción orientada a identificar fondos destacados por categorías bajo un criterio propio, aunque su propuesta pública enfatiza más la selección y el acceso a la plataforma que la trazabilidad metodológica abierta. Digamos que esta aplicación aprovecha la popularidad del influencer para vender rankings y listas de

fondos seleccionadas por Andrés y su equipo de analistas.

Dentro de esta categoría también estaría *Cartera de Fondos* [11], una aplicación gratuita para el seguimiento de carteras de fondos de inversión. Cuenta con funciones como evolución histórica, gráficos y cálculo de rentabilidad financiera y fiscal, además de registrar movimientos y clasificarlos por categorías. La información queda protegida en local. Sin embargo, no incluye alertas, solo puede usarse desde el ordenador y carece de chatbot o explicaciones, por lo que requiere conocimientos previos para sacar partido al análisis. Este tipo de plataformas son la mejor opción para analizar fondos de inversión y las más parecidas a la que se ha desarrollado en este trabajo de fin de grado, aunque su enfoque es más generalista y no profundizan en el análisis de carteras ni en la optimización de las mismas.

2) Las aplicaciones como Trade Republic o MyHero permiten al usuario realizar un análisis básico de un fondo y suelen incluir alertas de subida y bajada de precio para hacer seguimiento de cartera. Algunas incluso han incorporado análisis realizados por IA con valoraciones sobre la cartera seleccionada. Sin embargo, el análisis suele ser incómodo en estas plataformas y sigue recayendo en el usuario. Además, ninguna cuenta con un chat automatizado para consultas sobre inversiones o finanzas en general, y muchas tienen interfaces que no son intuitivas al principio, con una curva de aprendizaje hasta que el usuario se familiariza con ellas. En definitiva, están pensadas para realizar compras y ventas, pero no para analizar fondos de inversión de forma profunda y profesional.

3) Las plantillas de Excel y Google Sheets son otra alternativa habitual. Las comercializan sitios especializados o bloggers financieros, como las que se encuentran en <https://misterhabit.com/plantilla-fondos-inversion-etf/> o en <https://olvidatedetucredito.com/recursos/plantillas-excel/>. Son modificables y personalizables, por ejemplo, añadiendo parámetros o modificando las gráficas. Sin embargo, el usuario necesita ciertos conocimientos para interpretar los resultados, no hay alertas y al principio suelen ser difíciles de editar. Además, no se garantiza que funcionen correctamente en todos los casos: pueden presentar funciones muy limitadas, errores, inserción manual de datos o información desactualizada ya que su mantenimiento suele ser frágil (macros, claves API, compatibilidad). Además el análisis continúa recayendo en el usuario, que debe interpretar ratios y conclusiones. Aunque hay algunas gratuitas, la mayoría son de pago, con precios que van desde los 25€ hasta los 100€. Por ejemplo, la de Mister Habit se comercializa actualmente por 39€, aunque previamente se vendía por 199€.

4) Por último, las aplicaciones de banca como la de BBVA no están diseñadas específicamente para valorar fondos de inversión, por lo que manejan escasos datos y la

oferta de fondos que incluyen es muy limitada. Al igual que los brokers suelen ofrecer un análisis comparativo menos profundo que plataformas especializadas.

En definitiva, ninguna alternativa existente en el mercado integra todas las funciones que propone esta herramienta. Esta aplicación auna todos los puntos positivos y busca crear una experiencia de usuario fluida y profesional, con un análisis completo y fácil de entender, que permita a cualquier persona tomar decisiones informadas sobre sus inversiones sin necesidad de ser un experto.

Cuadro 1.1: Comparativa de funcionalidades entre herramientas del mercado

Funcionalidad	Mornin./Finect	Brokers	Excel	Banca	Mi App
Análisis profundo de fondos	Sí	Parc.	Parc.	No	Sí
Ratios avanzados (Sharpe, Alpha...)	Sí	No	Parc.	No	Sí
Seguimiento de cartera	Parc.	Sí	Sí	Parc.	Sí
Optimización de cartera	No	No	No	No	Sí
Chatbot / Asistente IA	No	No	No	No	Sí
Interfaz intuitiva	Parc.	Parc.	No	Parc.	Sí
Datos actualizados automáticamente	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Sin conocimientos previos	No	No	No	Parc.	Sí
Acceso web sin instalación	Sí	Sí	Parc.	Sí	Sí
Comparativa entre fondos	Sí	No	Parc.	No	Sí
Screener / filtrado de fondos	Sí	No	Parc.	Parc.	Sí
Gráficos históricos interactivos	Sí	Parc.	Parc.	Parc.	Sí
Análisis de diversificación	Parc.	No	No	No	Sí
Explicaciones automáticas	No	No	No	No	Sí
Universo amplio de fondos	Sí	Parc.	Parc.	Parc.	Sí
Seguimiento de noticias	Sí	Parc.	Parc.	Parc.	Sí
Compra y venta real de fondos	No	Sí	No	Sí	No

*Sí = funcionalidad completa; Parc. = funcionalidad parcial o limitada; No = no disponible*

Como se observa, ninguna alternativa existente cubre de forma simultánea el análisis avanzado, la asistencia inteligente y la accesibilidad. La aplicación desarrollada en este TFG es la única que integra todas estas dimensiones en una única herramienta semi-gratuita y orientada al usuario no experto. La única función que no cubre es la compra y venta de fondos debido a que queda fuera del alcance por cuestiones regulatorias, pero se podría implementar como trabajo a futuro.

### 1.3. Motivación

El interés por este proyecto surge de la complejidad del mercado financiero y de la enorme cantidad de información disponible, que en muchos casos resulta abrumadora para el inversor particular. Los crecientes niveles de inflación han llevado a muchas personas a adentrarse en el mundo de la inversión para no ver cómo su ahorro se devalúa poco a poco. Los fondos de inversión son una opción muy atractiva por su accesibilidad y seguridad frente a otras alternativas, pero la gran diversidad de fondos disponibles, cada uno con sus propias características, dificulta mucho su análisis y comparación. Contratar a un asesor financiero para esto es muy costoso, y hacerlo de forma manual requiere tiempo, conocimientos y experiencia que la mayoría no tiene.

Por eso tiene sentido combinar ingeniería y economía para desarrollar una herramienta de análisis de fondos de inversión. Este proyecto pretende facilitar la comparativa, reducir el tiempo dedicado al análisis y mejorar la calidad de las decisiones. También busca fomentar la educación financiera a través de explicaciones claras de conceptos clave y estrategias de inversión, para que el usuario sea consciente de las decisiones que toma. Al final del día, la decisión final siempre es del usuario, pero la herramienta tiene que darle todo lo que necesita para tomarla bien.

El impacto del proyecto es doble: a nivel individual, contribuye a hacer crecer el patrimonio de quien la usa; a nivel agregado, fomenta la inversión frente al ahorro pasivo, lo que impulsa la economía. Desde el punto de vista académico también resulta un proyecto de gran interés, dado el nivel de investigación que requiere, la complejidad del desarrollo y la variedad de tecnologías involucradas.

### 1.4. Objetivos del proyecto

El proyecto se ha desarrollado como una plataforma web funcional orientada al inversor no experto. Los objetivos completados son:

#### 1) Análisis y comparación de fondos de inversión

Se ha implementado una vista de comparación de fondos de inversión y ETFs que muestra los parámetros clave en una tabla interactiva con gráficas asociadas. El usuario puede seleccionar los atributos a comparar y ordenar los fondos por cualquier criterio. También se calcula el coste real de un fondo en función de comisiones explícitas, TER y costes fiscales.

## 2) Seguimiento de cartera de inversión

Se ha desarrollado una cartera personalizable con análisis de rendimiento, comparación frente a un índice de referencia y visualización de la evolución de precios y posiciones.

## 3) Chatbot interactivo con IA

Se ha integrado un asistente de inteligencia artificial capaz de analizar fondos y responder preguntas técnicas en tiempo real a través del chat de la plataforma.

## 4) Plan de empresa

Se ha elaborado un plan de negocio completo que incluye el *Business Model Canvas*, el análisis de mercado y competidores, el plan de marketing y una proyección de viabilidad económica a cinco años.

# 1.5. Alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

A continuación se indican los dos ODS con los que está alineado el proyecto y su contribución a cada uno de ellos.

**ODS 4 – Educación de calidad:** Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.

Este TFG desarrolla una herramienta de aprendizaje sobre economía. A través del prototipo se aprenden nuevos conceptos relacionados con el análisis económico. En particular, el LLM implementado ayuda a darle sentido a los números y permite al usuario entender cómo se obtienen los resultados y qué significan. También fomenta el aprendizaje autodidacta, ya que el usuario puede modificar la hoja y el código para añadir funciones o personalizar las hojas de Google Sheets.

**ODS 8 – Trabajo decente y crecimiento económico:** Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos.

Este proyecto promueve el crecimiento económico al dar a cualquier persona la oportunidad de mejorar su situación financiera. Fomenta la inclusión financiera al poner al alcance de estudiantes, pequeños inversores o profesionales en sus inicios una solución gratuita y personalizable para gestionar inversiones. Además, el uso de esta herramienta potencia las oportunidades

en el mercado laboral: saber manejarla bien es una competencia cada vez más valorada en el sector financiero.

## 1.6. Metodología de trabajo

Este proyecto empezó creando una Google Sheets con un backend en Google Apps Script para descargar datos de distintos fondos de inversión que el usuario introdujera y mostrar toda la información de manera visual. A partir de ahí se fueron añadiendo funcionalidades, como la comparación de fondos, el análisis de cartera, un ranking y un chatbot con IA desde WhatsApp que estuviese conectado. Sin embargo, el Google Sheets con el chat desde WhatsApp era poco profesional, difícil de monetizar y muy difícil de instalar para el usuario. Fue entonces cuando empezó la migración a una aplicación web para crear un producto funcional y atractivo para el usuario. El desarrollo se ha realizado siguiendo una metodología ágil, con iteraciones cortas y frecuentes para ir validando cada funcionalidad a medida que se implementaba. El proyecto escaló rápidamente y tomó un tamaño considerablemente grande, por lo que se hizo mucho uso de GIT para llevar a cabo el control de versiones.

## 1.7. Recursos empleados

Para llevar a cabo el prototipado de esta plataforma ha sido necesario usar diversas técnicas y herramientas. La mayoría son gratuitas. A continuación se lista todas las herramientas usadas:

- **Fund Spy y recursos online** [12]: investigación sobre análisis de fondos.
- **The Lean Startup y recursos online** [17]: investigación sobre el plan de negocio.
- **Google Sheets**: inicio del proyecto y prototipado.
- **Google Apps Script**: uso de JavaScript para programar Google Sheets.
- **Python**: desarrollo del backend. Permite importar librerías específicas y es fácil de usar.
- **Flask**: servidor.
- **React con TypeScript**: desarrollo de la interfaz del frontend.
- **Google Cloud Run**: lanzamiento de la aplicación.
- **Visual Studio**: IDE de desarrollo, por ser el más popular y visual.

- **Morningstar, Finect y Yahoo Finance:** fuentes de datos de los fondos, fiables y con extracción automática.
- **Wall Street Journal, CNBC, Bloomberg y El Confidencial:** fuentes de noticias financieras.
- **Supabase:** Base de datos.
- **Stripe:** Procesamiento de pagos.
- **Brevo:** Envío de correos electrónicos transaccionales.
- **GIT y GitHub:** Control de versiones para el desarrollo.
- **ChatGPT, Gemini y Claude:** modelo LLM y apoyo al desarrollo.

# Capítulo 2

## Descripción General del Sistema

### 2.1. Visión General de la Aplicación

Fundscout es una aplicación web de análisis de fondos de inversión que permite a los usuarios buscar, comparar y evaluar fondos de inversión del mercado español e internacional, construir y gestionar carteras personalizadas, simular el comportamiento futuro de una cartera mediante técnicas de simulación estocástica y optimizar su composición en base a criterios cuantitativos. La motivación de partida reside en la fragmentación del ecosistema de información financiera disponible para el inversor particular: los datos de calidad se encuentran dispersos entre múltiples proveedores, frecuentemente detrás de *paywalls* o interfaces poco accesibles, y rara vez están integrados en una misma herramienta de análisis. Además, la inversión en fondos de inversión se presenta como una de las alternativas más adecuadas para inversores inexpertos, ya que permite delegar la toma de decisiones en gestores profesionales con experiencia y recursos especializados. Esto incrementa significativamente la probabilidad de obtener resultados consistentes en comparación con la gestión autónoma de una cartera de acciones sin la dedicación, el conocimiento ni las herramientas necesarias.

La plataforma está concebida como un producto real con un modelo de negocio *freemium*: un conjunto de funcionalidades de valor está disponible de forma gratuita para cualquier usuario registrado, mientras que las herramientas más avanzadas como simulación, optimización, asistente IA y gestión de carteras, quedan reservadas para suscriptores de pago. Este planteamiento responde a criterios tanto de sostenibilidad económica como de incentivo progresivo al usuario.

Desde el punto de vista técnico, la aplicación sigue una arquitectura cliente-servidor desacoplada. El *frontend* es una *Single Page Application* (SPA) desarrollada en React con TypeScript y desplegada como contenedor Docker en Google Cloud Run. El *backend*

es una API REST construida en Flask, también contenerizada y desplegada en Cloud Run. La base de datos es un servicio PostgreSQL administrado de Supabase, que además proporciona autenticación de usuarios y almacenamiento de objetos. La comunicación entre capas se realiza exclusivamente mediante HTTP/HTTPS, con autenticación basada en tokens JWT gestionados por Supabase Auth.

## 2.2. Funcionalidades Principales

### 2.2.1. Landing Page

Esta es la página principal de la web. Aquí se puede encontrar información introductoria que incentiva a darse de alta en la base de datos para poder usar la herramienta. Desde esta página el usuario puede acceder a la guía de usuario, hacer *sign in* o crearse una cuenta nueva. También hay un apartado sobre el desarrollo y el objetivo de la web.



Figura 2.1: Landing page de Fundscout — sección principal.



Figura 2.2: Landing page — sección sobre el equipo y el proyecto.



Figura 2.3: Guía de usuario — sección introductoria.



Figura 2.4: Guía de usuario — sección de guía de módulos (desplegables).

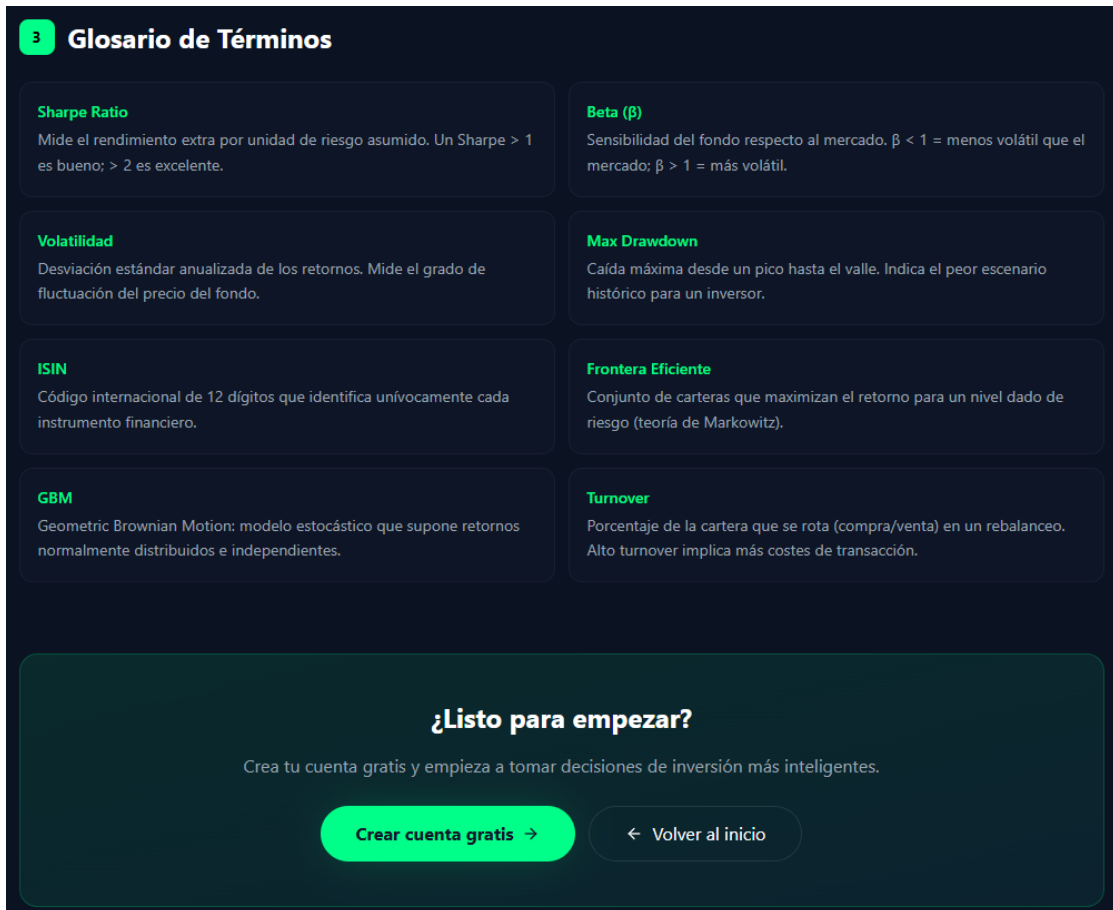


Figura 2.5: Guía de usuario — Glosario de términos y acceso directo a suscripción.

### 2.2.2. Ranking de Fondos

La página de *ranking* muestra en la parte superior un resumen del perfil del usuario, entre estos está el número de carteras, los fondos que más pesan en la combinación de todas las carteras y un display con las últimas noticias financieras más relevantes. Más abajo, se muestra una tabla paginada con los veinte fondos con mayor rentabilidad en los últimos 12 meses según la clasificación de Finect, uno de los principales portales financieros del mercado español. Para cada fondo se presentan el nombre, la gestora, el enlace a la página de Finect y una serie de métricas clave como la rentabilidad a uno, tres y cinco años, la volatilidad, el ratio de Sharpe y las comisiones de gestión. Además, se incluye otra tabla de exploración de fondos. Aquí se muestra una población de fondos grandes y recomendados y de los últimos fondos buscados por otros usuarios. El usuario puede ordenar los resultados por cualquier columna y acceder directamente al detalle de cada fondo mediante un botón que genera un reporte. Además, es posible añadir cualquier fondo del ranking a una cartera personal directamente desde esta vista, siempre que el usuario disponga de una suscripción activa.

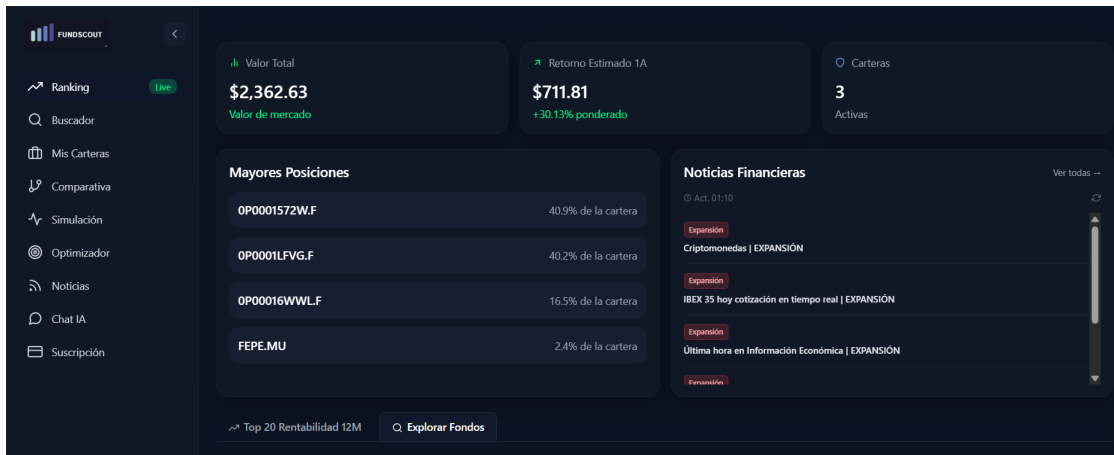


Figura 2.6: Página de ranking — perfil del usuario y últimas noticias.

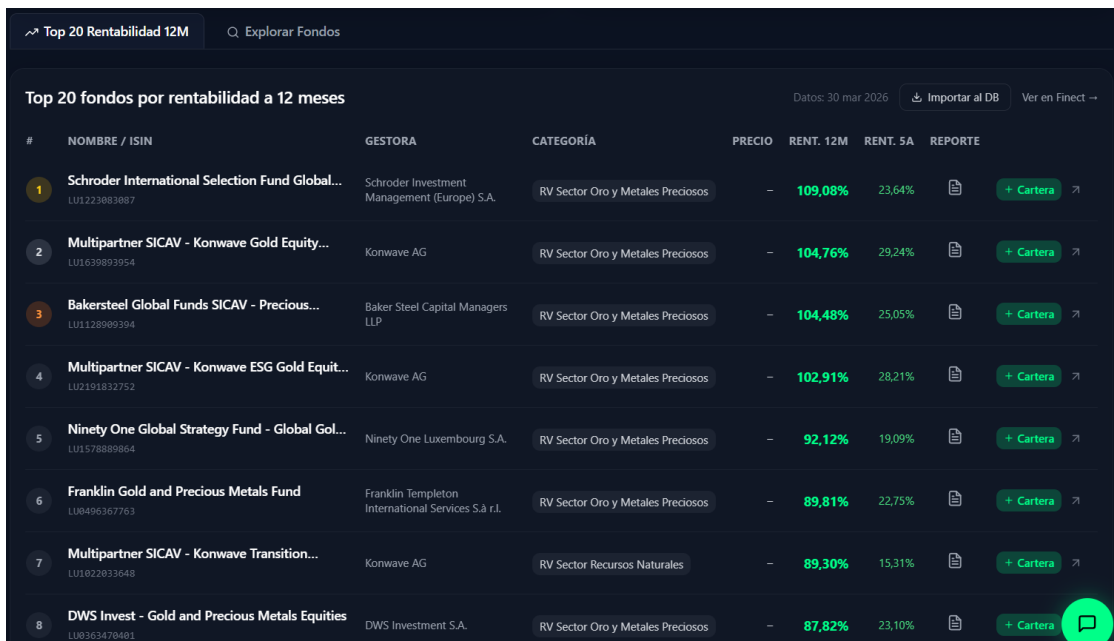


Figura 2.7: Página de ranking — tabla de los 20 fondos con mayor rentabilidad.

The screenshot shows a 'Explorar Fondos' interface. At the top, there's a search bar and several filter buttons. Below the search bar, there are input fields for various filters: Min Sharpe Ratio (Ej: 1.0), Min Beta (Ej: 0.8), Max Volatilidad (%) (Ej: 15), Min Retorno 1Y (%) (Ej: 5), and Max TER (%) (Ej: 1.5). Below the filters is a table of funds with columns: FONDO / ISIN, TIPO, PRECIO, RENT. 1A, RENT. 3A, SHARPE, VOLATILIDAD, ALPHA, BETA, REPORTE, and a '+ Cartera' button. The table lists five funds: AB Gbl Pls Fxd Inc Al USD Inc, Allianz Choice Hong Kong Ord A, Cobas Grandes Compañías C FI, Cobas Grandes Compañías A FI, and Horos Value Internacional FI.

FONDO / ISIN	TIPO	PRECIO	RENT. 1A	RENT. 3A	SHARPE	VOLATILIDAD	ALPHA	BETA	REPORTE
AB Gbl Pls Fxd Inc Al USD Inc 0P0001R65Q LU2637964281	Fondo	\$70.18	+2.89%	-	-0.32	-	-	-	+ Cartera
Allianz Choice Hong Kong Ord A 0P00001AX3.HK HK0000001835	Fondo	\$51.47	+21.19%	+14.71%	0.57	21.14%	-1.35	1.05	+ Cartera
Cobas Grandes Compañías C FI 0P00019W2P.F E5811372882	Fondo	\$187.96	+49.60%	+28.28%	1.62	12.47%	11.49	0.80	+ Cartera
Cobas Grandes Compañías A FI 0P00011FVG.F E58113728936	Fondo	\$190.02	+49.90%	-	2.94	-	-	-	+ Cartera
Horos Value Internacional FI 0P0001DFE8.F E5814638882	Fondo	\$214.58	+23.84%	+18.42%	1.14	10.97%	6.43	0.74	+ Cartera

Figura 2.8: Página de ranking — tabla de exploración de fondos con filtros avanzados (Sharpe, Beta, volatilidad, retorno, TER).

### 2.2.3. Búsqueda de Fondos

El módulo de búsqueda implementa un sistema híbrido que consulta simultáneamente la base de datos interna y el *screener* de Morningstar para ofrecer sugerencias en tiempo real a medida que el usuario escribe. La búsqueda es tolerante a identificadores alternativos (nombre, ISIN, *ticker*) y soporta tanto fondos previamente ingresados en la base de datos como fondos nuevos que se importan bajo demanda la primera vez que se solicitan. Este mecanismo de ingestión diferida (*lazy ingestion*) garantiza que el catálogo de fondos disponible no está acotado a una lista predefinida, sino que puede crecer dinámicamente en respuesta a la demanda del usuario.

Una vez se encuentra el fondo deseado y se selecciona se muestra un display a modo resumen con la información encontrada. La ingesta de datos viene de tres fuentes con el siguiente orden de prioridad:

1. Morningstar
2. Finect
3. Yahoo Finance

Se necesitan las tres fuentes para mayor robustez y fiabilidad del sistema. También se intentó usar una cuarta fuente de la librería de Investpy, pero se eliminó por su poca fiabilidad y el rápido baneo de IP. Como se puede ver en la Figura 2.9, el buscador

muestra sugerencias en tiempo real con indicadores de la fuente disponible (DB si ya está en base de datos, MS si proviene de Morningstar).



Figura 2.9: Buscador de fondos — autocompletado en tiempo real con identificación de fuente de datos (DB/MS).

Una vez seleccionado el fondo, la plataforma muestra una ficha resumen con las métricas clave: retornos a 1 y 3 años, YTD, ratio de Sharpe, volatilidad, Alpha, Beta y TER, además de las principales posiciones del fondo. Más abajo se presenta el gráfico de evolución del precio histórico, la distribución geográfica y sectorial de las inversiones, y el desglose completo de comisiones. Desde esta misma vista el usuario puede añadir el fondo a cualquiera de sus carteras o acceder al reporte detallado.



Figura 2.10: Resultado del buscador — ficha de fondo con métricas clave, principales posiciones y acceso al reporte QuantStats.



Figura 2.11: Resultado del buscador — evolución del precio histórico, distribución geográfica, distribución sectorial y desglose de comisiones.

## Reporte QuantStats

Además de la ficha resumen, el usuario puede generar un reporte analítico completo de cualquier fondo mediante el botón *Ver Reporte QuantStats*. Este reporte, construido con la librería QuantStats de Python, proporciona un análisis cuantitativo exhaustivo del historial de precios del fondo. Entre las métricas más relevantes que incluye se encuentran:

- **Retorno acumulado y CAGR:** evolución del valor en el tiempo, con representación lineal y en escala logarítmica para detectar tendencias de largo plazo.
- **Ratios ajustados al riesgo:** Sharpe, Sortino, Omega y sus variantes robustas (*Smart Sharpe*, *Smart Sortino*), que miden el rendimiento por unidad de riesgo asumida.
- **Drawdown máximo y peores periodos:** profundidad y duración de las caídas desde máximos, incluyendo la tabla de los cinco peores *drawdowns* históricos con su fecha de inicio, recuperación y número de días.

- **Volatilidad y métricas de cola:** volatilidad anualizada, VaR diario, Expected Shortfall (cVaR), *skewness* y *kurtosis* para caracterizar la distribución de los retornos.
- **Análisis rodante a 6 meses:** volatilidad, Sharpe y Sortino calculados en ventanas deslizantes para detectar cambios de régimen en el comportamiento del fondo.
- **Retornos por año (EOY):** rentabilidad anual y acumulada año a año, con suma acumulada de retornos diarios.

ES0112601002 Analysis 21 Apr, 2021 - 9 Jun, 2025  
Generated by [QuantStats](#) (v. 0.0.77)

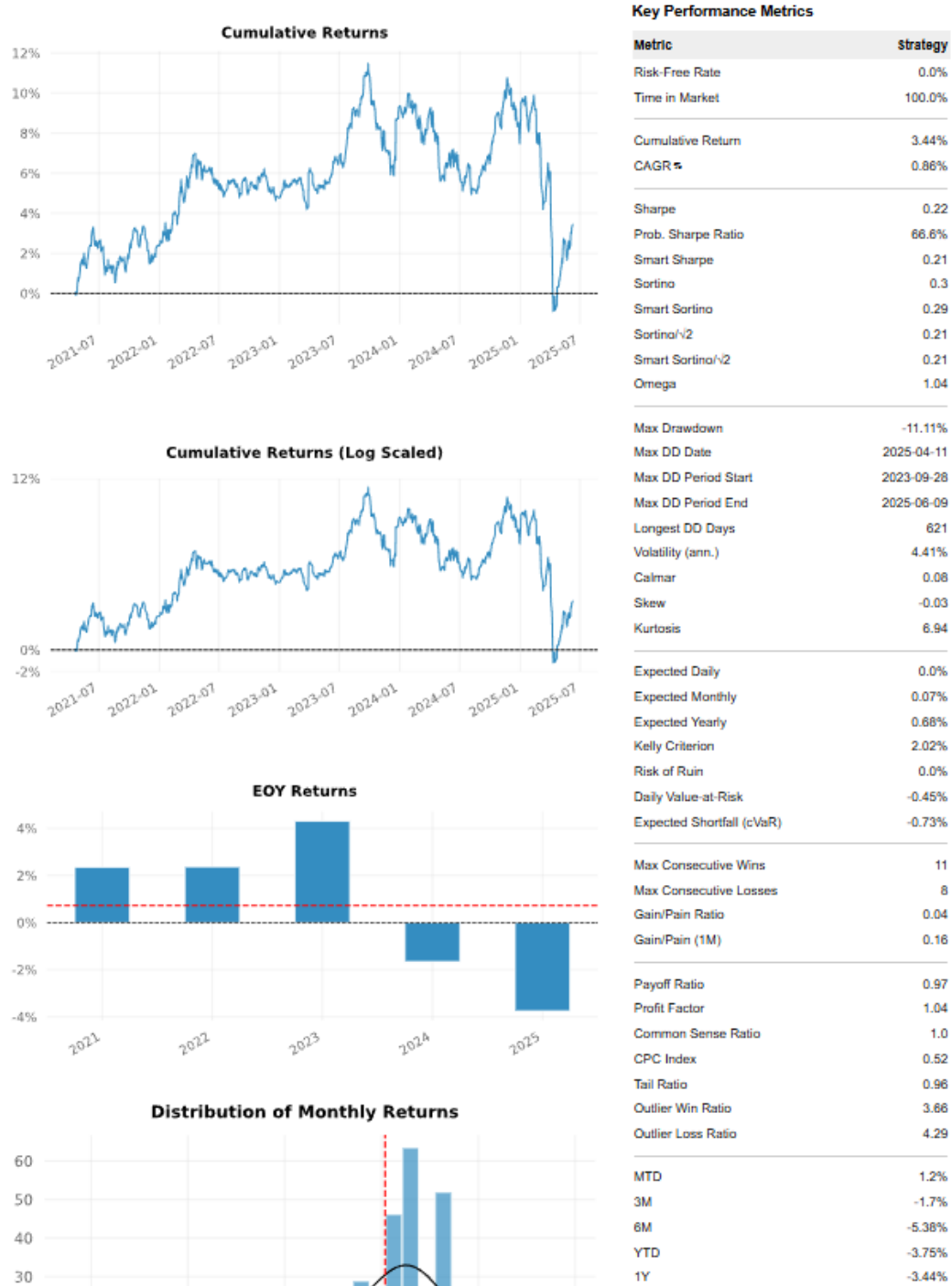


Figura 2.12: Reporte QuantStats (I) — retorno acumulado, retorno anual (EOY), distribución de retornos mensuales y tabla completa de métricas de rendimiento.

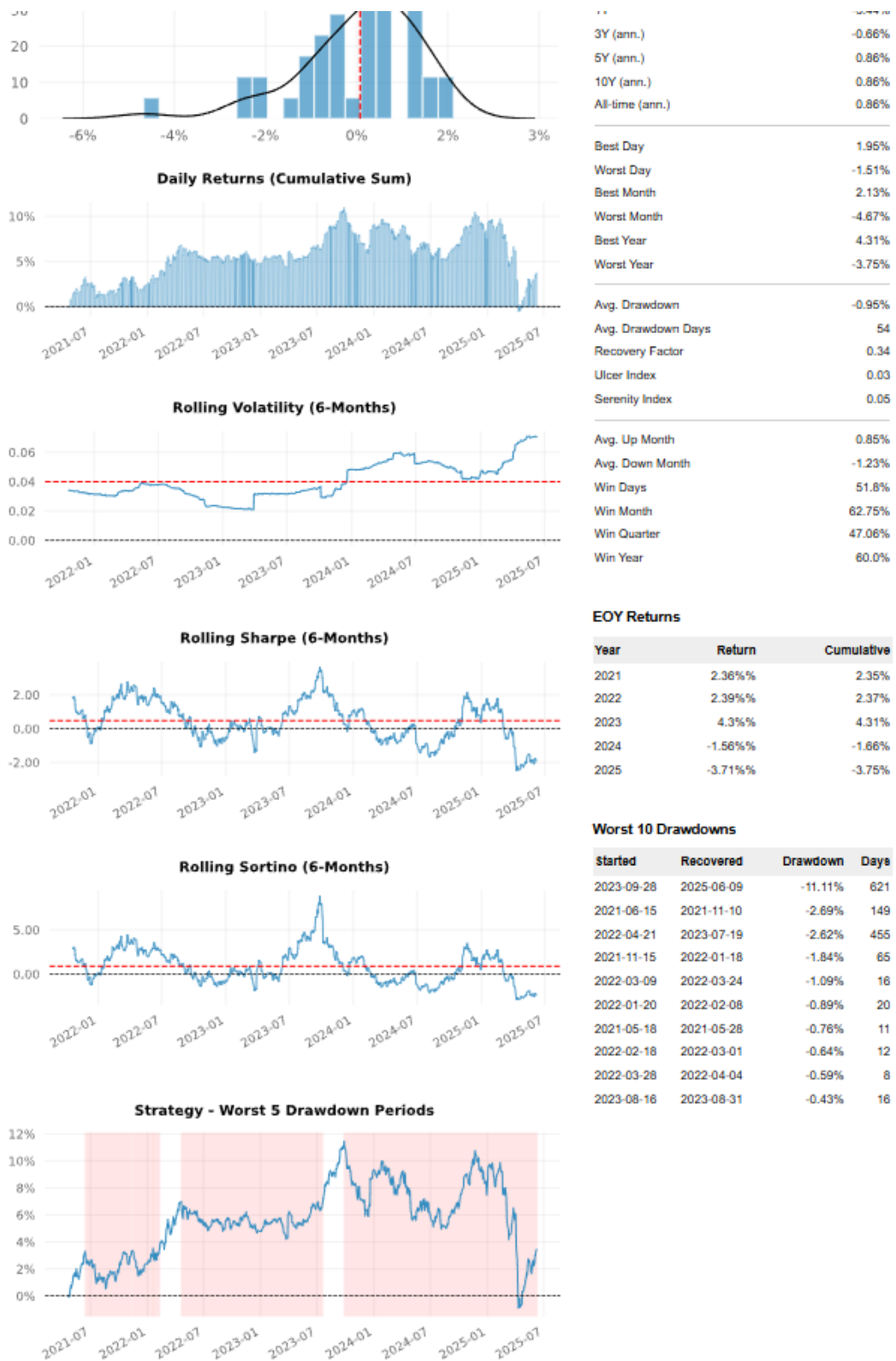


Figura 2.13: Reporte QuantStats (II) — suma acumulada de retornos diarios, volatilidad rodante, Sharpe rodante, Sortino rodante, peores periodos de *drawdown* y tabla de retornos anuales.



Figura 2.14: Reporte QuantStats (III) — gráfico *underwater* (caída desde máximos), mapa de calor de retornos mensuales por año y cuantiles de retorno por horizonte temporal (diario, semanal, mensual, trimestral y anual).

### 2.2.4. Comparación de Fondos

La herramienta de comparación permite al usuario seleccionar hasta cuatro fondos y visualizar sus métricas de forma yuxtapuesta. Se incluyen datos de rentabilidad histórica, riesgo, composición de cartera por activo, sector y región geográfica, así como las principales posiciones. Esta funcionalidad facilita la toma de decisiones de inversión al homogeneizar la presentación de indicadores que habitualmente aparecen en formatos dispares según la fuente consultada.

La funcionalidad de comparativa de fondos desarrollada en la aplicación se estructura en distintas pestañas temáticas que permiten analizar de forma integral el comportamiento, riesgo y características estadísticas de los activos seleccionados. Antes de acceder a los gráficos, se presenta una tabla comparativa que permanece siempre visible y que

recoge las métricas clave de cada fondo. Entre estas se incluyen el precio actual, los retornos a 1, 3 y 5 años, así como indicadores de desempeño ajustado al riesgo como los ratios de Sharpe [2] y Sortino, junto con Alpha, Beta, máximo drawdown y volatilidad. Adicionalmente, se incorpora un enlace directo al reporte de QuantStats de cada fondo, lo que permite profundizar en el análisis individual.

En la pestaña de **Visión General**, se incluyen dos representaciones principales. En primer lugar, el gráfico de rendimiento acumulado normaliza el valor de cada fondo a una base 100 en la fecha inicial, mostrando su evolución relativa en el tiempo. Este enfoque permite comparar rentabilidades independientemente del precio absoluto de cada activo. Además, se ofrece la posibilidad de visualizar los datos en escala logarítmica, lo que facilita la comparación cuando existen diferencias significativas en los crecimientos. En segundo lugar, el mapa de calor de retornos mensuales presenta, para cada mes y año, el rendimiento calculado como la variación porcentual entre el precio inicial y final del periodo. Las celdas se colorean en función de la magnitud y signo del retorno, permitiendo identificar de forma visual patrones de comportamiento y periodos de mayor o menor rendimiento, incluyendo el retorno anual compuesto.

La pestaña de **Riesgo** agrupa tres gráficos orientados a caracterizar la incertidumbre y la exposición de cada fondo. El diagrama de dispersión de riesgo-retorno representa cada fondo en función de su volatilidad anualizada y su rentabilidad anualizada (CAGR), facilitando la identificación de aquellos que ofrecen una mejor relación entre ambos factores. El gráfico de drawdown o “underwater” muestra la caída porcentual desde el máximo histórico previo en cada momento, lo que permite analizar tanto la profundidad como la duración de los periodos de pérdidas. Por último, la volatilidad histórica se representa mediante una serie temporal de volatilidad móvil, calculada como la desviación estándar de los retornos diarios en ventanas deslizantes, lo que permite observar cómo evoluciona el riesgo a lo largo del tiempo y detectar periodos de mayor incertidumbre.

En la pestaña de **Estadísticas**, se presentan indicadores que permiten profundizar en el análisis cuantitativo. El gráfico de barras agrupadas de Sharpe y Sortino muestra ambos ratios calculados sobre el histórico completo, asumiendo una tasa libre de riesgo del 2%. Mientras que el ratio de Sharpe mide el retorno excedente por unidad de volatilidad total, el ratio de Sortino se centra únicamente en la volatilidad negativa, proporcionando una visión más precisa del riesgo a la baja. Asimismo, el histograma de distribución de retornos agrupa los retornos diarios en distintos rangos, permitiendo analizar la forma de la distribución, identificar posibles sesgos y evaluar la presencia de colas extremas.

La pestaña **Relativo** incluye herramientas de comparación directa entre fondos. El gráfico de retornos rodantes muestra, en cada punto temporal, la rentabilidad obtenida

en una ventana móvil de N días, lo que permite evaluar la consistencia del rendimiento en distintos horizontes temporales. Por su parte, el gráfico de Beta y Alpha compara cada fondo con un benchmark seleccionado, mostrando tanto su sensibilidad a los movimientos del mercado como su capacidad para generar rentabilidad adicional. Finalmente, la matriz de correlación presenta el grado de relación entre los retornos diarios de los distintos fondos mediante un mapa de calor, proporcionando información clave para la diversificación, ya que activos con baja correlación contribuyen a reducir el riesgo conjunto de la cartera.

En conjunto, esta estructura de visualización permite abordar el análisis de fondos desde múltiples perspectivas como por ejemplo el rendimiento, riesgo, estadística y relación entre activos, proporcionando al usuario una herramienta completa y coherente para la toma de decisiones de inversión.

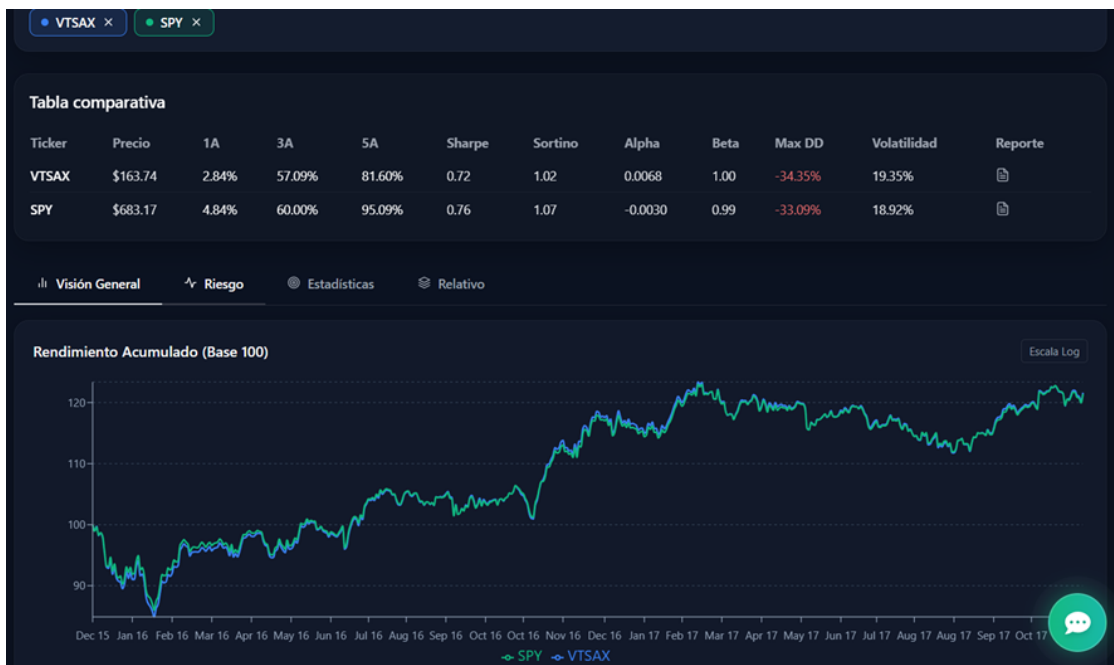


Figura 2.15: Herramienta de comparación — tabla comparativa y gráfico de rendimiento acumulado.

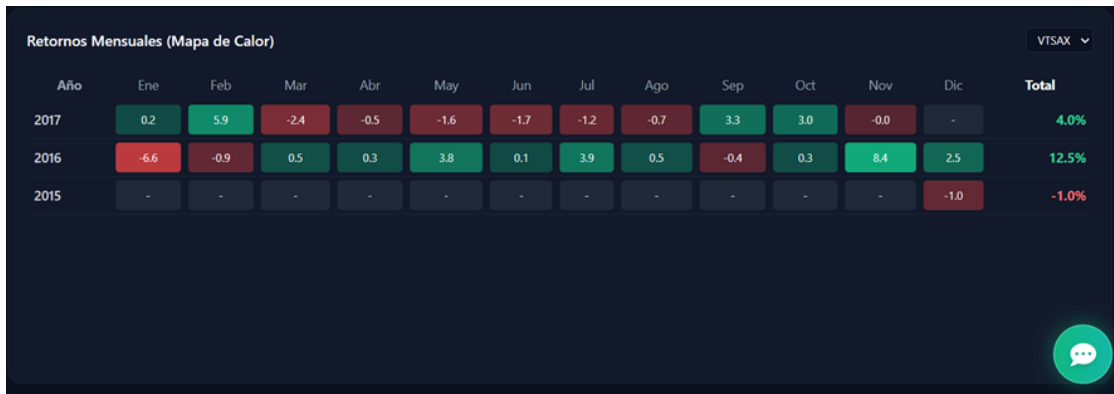


Figura 2.16: Herramienta de comparación — Tabla de retornos.

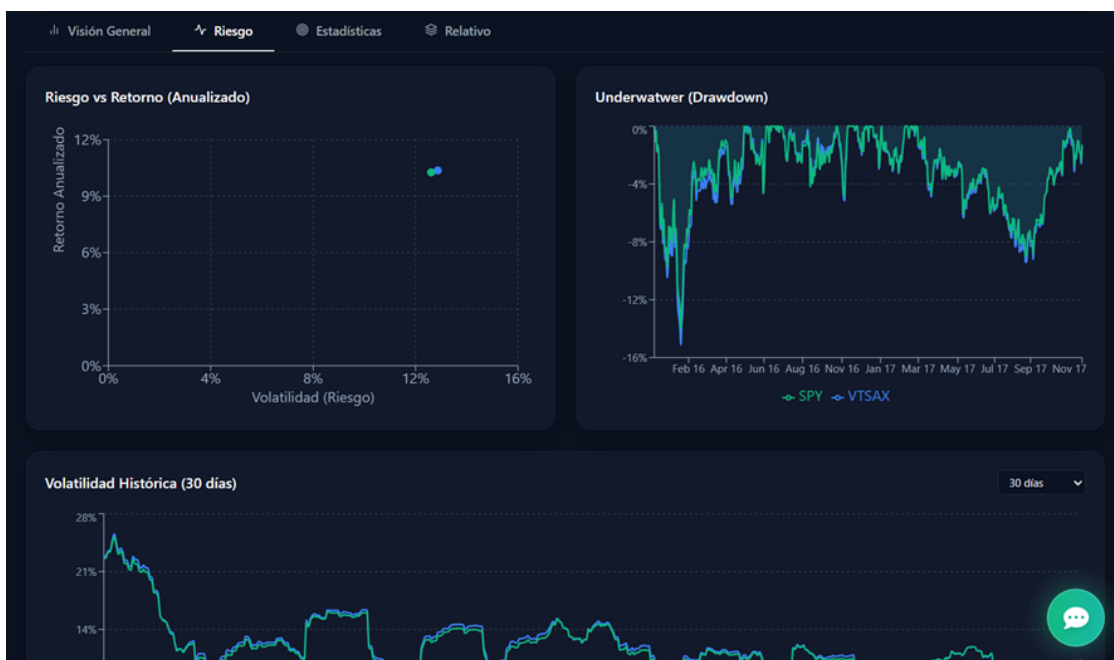


Figura 2.17: Herramienta de comparación — pestaña de Riesgo.



Figura 2.18: Herramienta de comparación — pestaña Estadísticas.

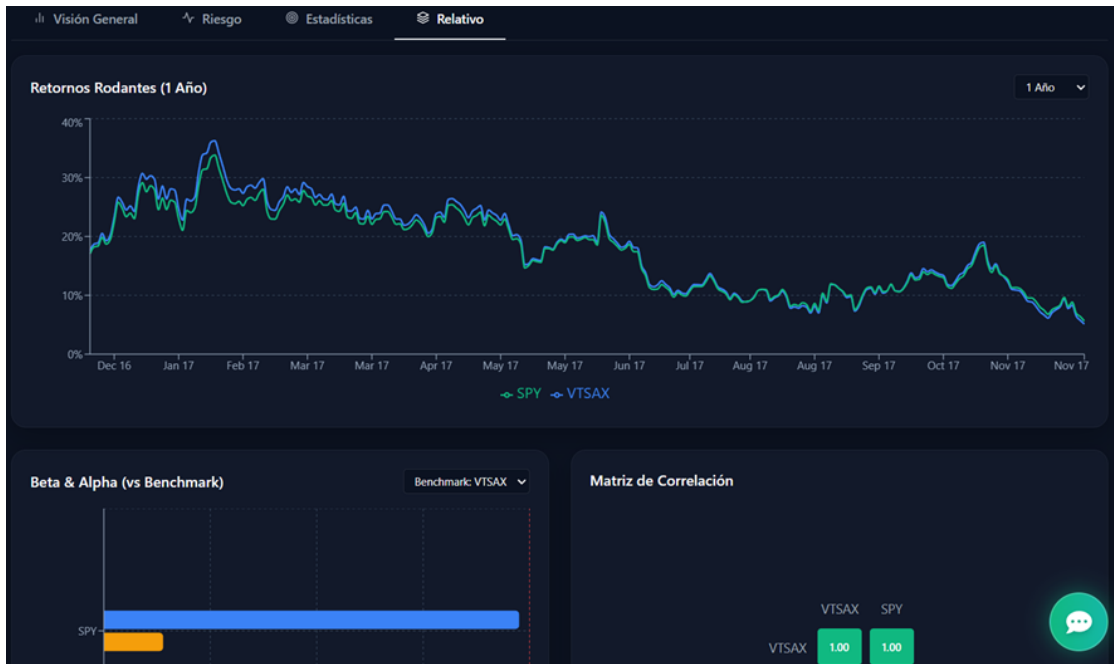


Figura 2.19: Herramienta de comparación — Relativo y matriz de correlación.

### 2.2.5. Panel de Noticias Financieras

El panel de noticias agrega artículos procedentes de cuatro fuentes de referencia (Bloomberg, CNBC, *The Wall Street Journal* y Expansión) y los presenta ordenados cronológicamente con su titular, resumen y enlace al artículo original. El sistema aplica un filtrado por relevancia basado en la temática del artículo, de modo que solo se muestran noticias relacionadas con mercados financieros, fondos de inversión y economía global.

### 2.2.6. Asistente de Inteligencia Artificial

El asistente conversacional está desarrollado sobre la API Gemini de Google (`gemini-2.0-flash`) e integrado como un *widget* flotante accesible desde cualquier página de la aplicación. El chatbot está configurado con un *prompt* de sistema que le confiere un perfil especializado en análisis de fondos de inversión, lo que le permite responder consultas sobre estrategias de inversión, interpretación de métricas financieras y características de fondos concretos. Este componente es de acceso exclusivo para usuarios con suscripción premium.

El *prompt* está compuesto por tres partes:

1. Comportamiento de la respuesta
2. Cartera del usuario + últimos 10 movimientos realizados
3. Petición del usuario

### 2.2.7. Gestión de Carteras

El módulo de carteras permite al usuario crear y gestionar múltiples carteras de inversión. Cada cartera registra transacciones de compra y venta con su precio, cantidad y fecha, calcula el valor actual de las posiciones abiertas y presenta métricas de rentabilidad y distribución de activos. Adicionalmente, la funcionalidad de *X-Ray* de Morningstar permite analizar la cartera en profundidad, mostrando la exposición agregada por sector, región y clase de activo, así como la superposición entre fondos. El usuario también puede ver en un gráfico de manera más visual la composición de su cartera. Finalmente, en la parte inferior se muestra una tabla con el registro de todos los movimientos que se han realizado en dicha cartera. La gestión de carteras es una funcionalidad premium.

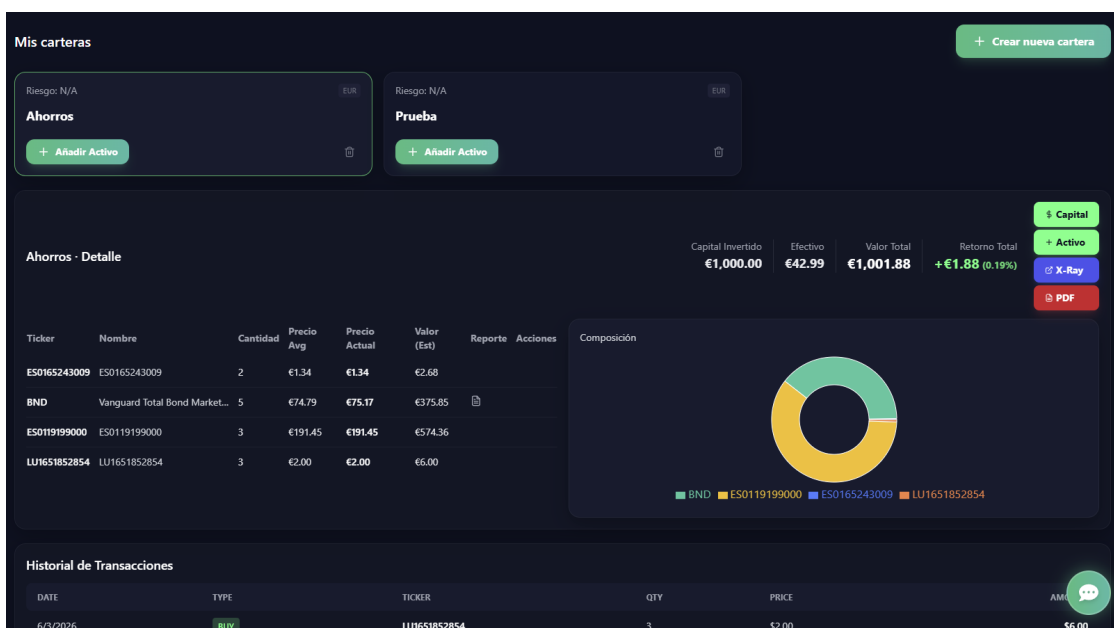


Figura 2.20: Módulo de gestión de carteras — posiciones abiertas, métricas, gráfico de composición y distintas carteras creadas.

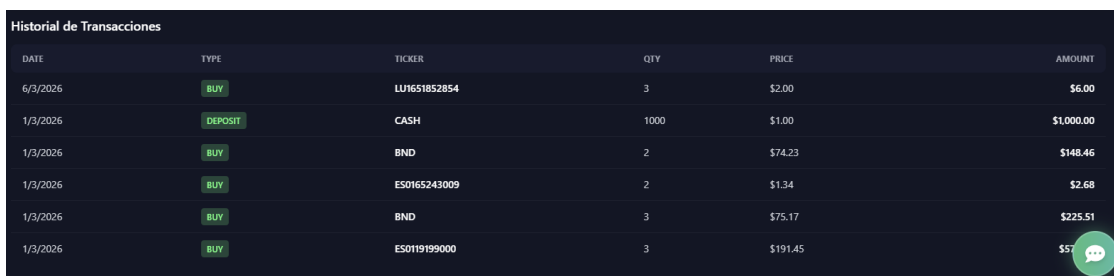


Figura 2.21: Módulo de gestión de carteras — análisis X-Ray.

Informe a fecha de 8 abr. 2026

### X-Ray de Cartera™

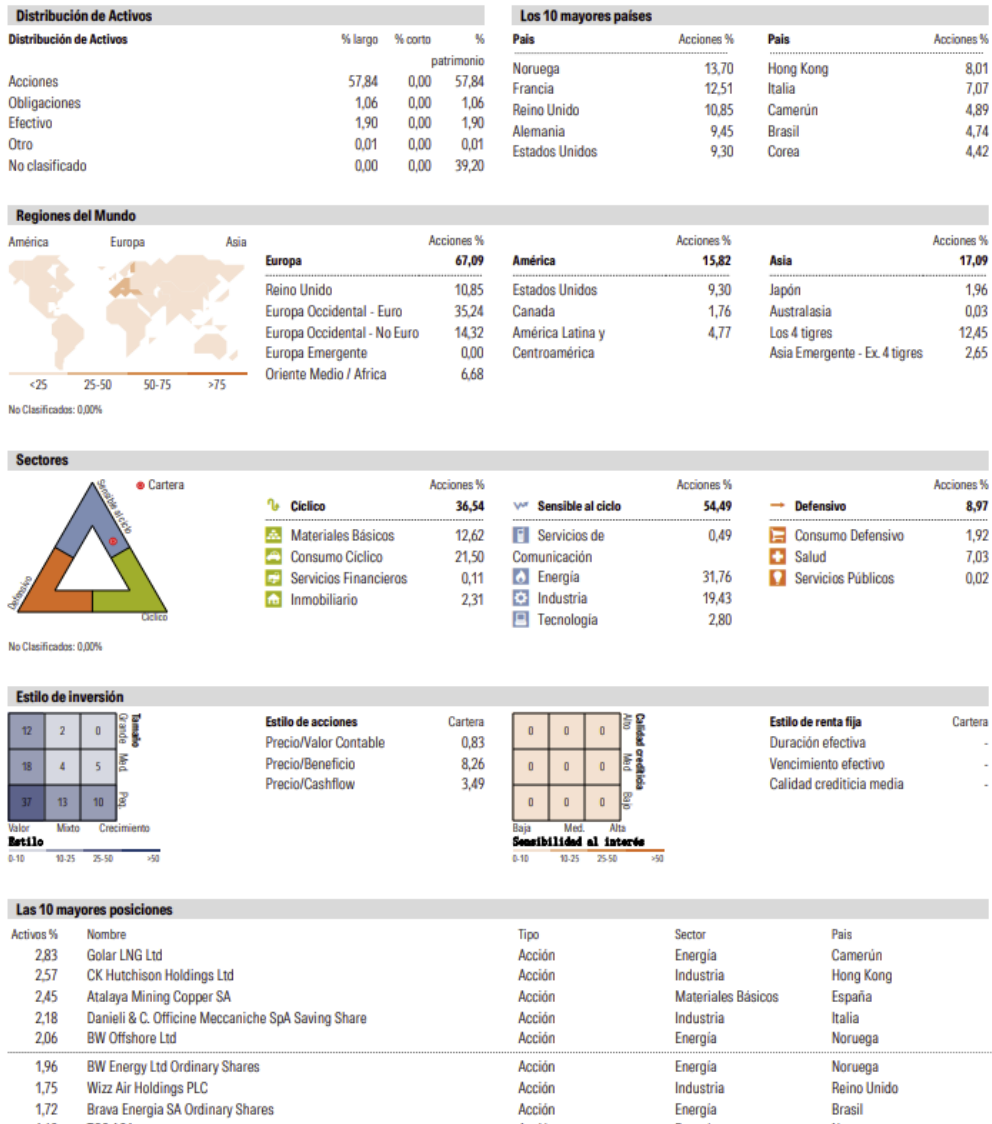


Figura 2.22: Módulo de gestión de carteras — gráfico de composición y análisis X-Ray historial de transacciones.

### 2.2.8. Simulación de Monte Carlo

La simulación de Monte Carlo proyecta la evolución estocástica de una cartera a lo largo de un horizonte temporal definido por el usuario (entre uno y treinta años), ejecutando un número configurable de simulaciones (hasta 50.000). El sistema implementa dos modelos: el Movimiento Browniano Geométrico (GBM), que supone rendimientos normalmente distribuidos, y el *Bootstrap* histórico, que resampla la distribución empírica de rendimientos y permite capturar la curtosis y asimetría reales de las series. Los resultados se presentan mediante tres visualizaciones complementarias que facilitan su

interpretación: un **gráfico de abanico** (*fan chart*) con percentiles 5, 25, 50, 75 y 95, que muestra la evolución temporal de la incertidumbre; un **histograma de resultados finales**, que permite analizar la distribución de posibles escenarios; y una **tabla de estadísticos resumen**, que facilita la comparación numérica entre alternativas e incluye la probabilidad de pérdida y el VaR al 5%. Esta funcionalidad está disponible únicamente para usuarios premium.

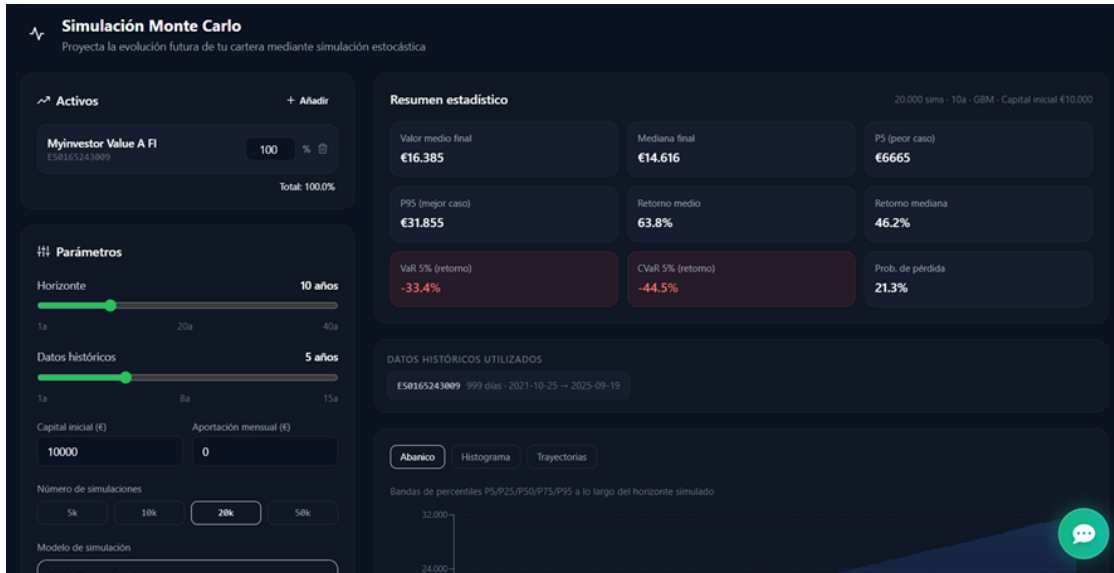


Figura 2.23: Simulación de Monte Carlo — configuración de parámetros y resumen estadístico.

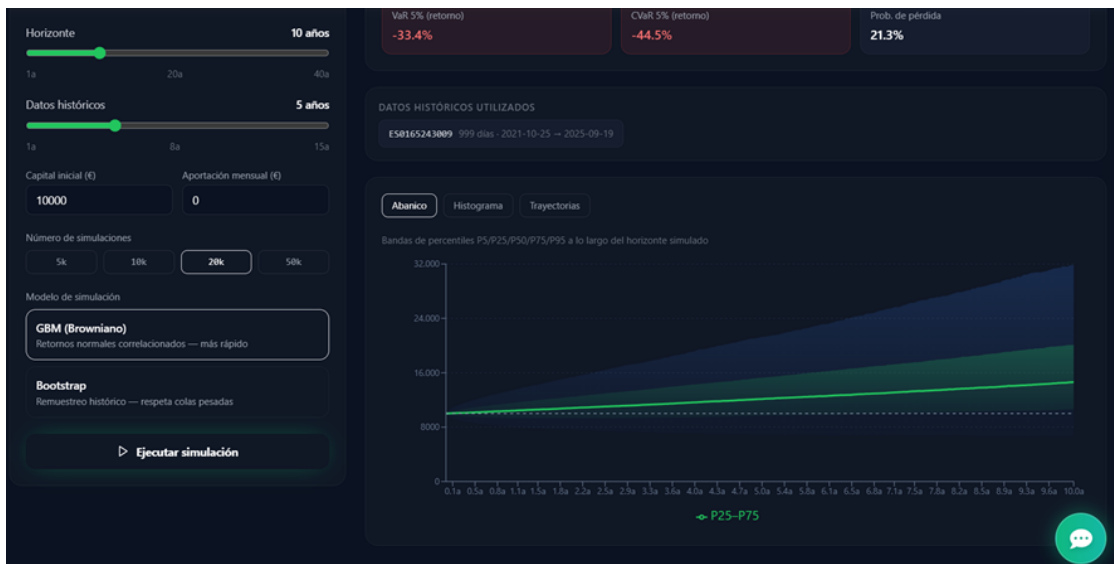


Figura 2.24: Simulación de Monte Carlo — gráfico de abanico con percentiles.

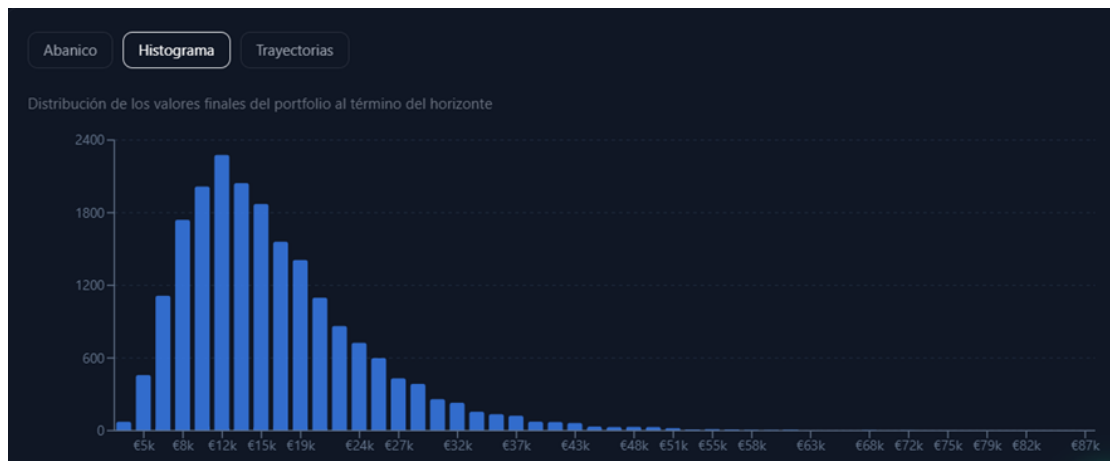


Figura 2.25: Simulación de Monte Carlo — histograma de resultados finales.



Figura 2.26: Simulación de Monte Carlo — trayectorias de la simulación.

### 2.2.9. Optimización de Carteras

El optimizador de carteras implementa el modelo de Markowitz [1] de media-varianza para calcular la asignación óptima de pesos entre los activos de una cartera, maximizando el ratio de Sharpe ajustado por la aversión al riesgo del usuario. El sistema soporta restricciones de peso mínimo y máximo por activo, restricción de *turnover* máximo (para limitar los costes de rotación) y umbral mínimo de rebalanceo en euros. Como resultado, el optimizador devuelve los pesos objetivo, las métricas de la cartera resultante (rentabilidad esperada, volatilidad y Sharpe) y un conjunto de recomendaciones de operaciones de compra/venta expresadas en euros. El optimizador se apoya en una interfaz guiada que expone los parámetros más relevantes (como la aversión al riesgo o el *turnover* máximo) mediante valores por defecto razonables y elementos de ayuda contextual (*tooltips*), facilitando su comprensión incluso para usuarios no expertos. Esta funcionalidad es exclusiva de la suscripción premium.

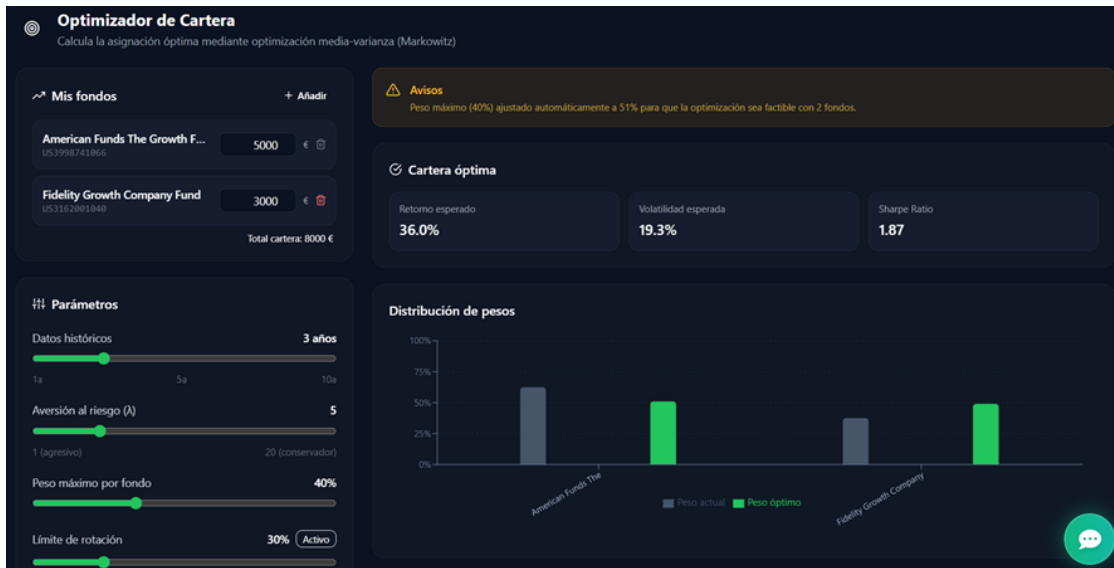


Figura 2.27: Optimizador de carteras — configuración de restricciones y parámetros.

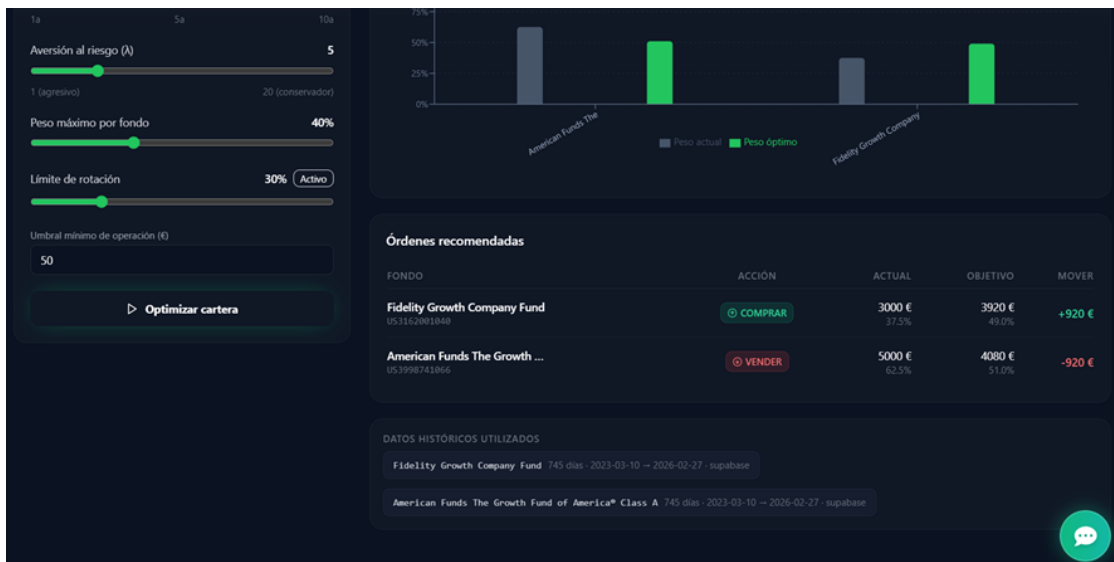


Figura 2.28: Optimizador de carteras — resultados y recomendaciones de rebalanceo.

## 2.3. Modelo Freemium: Funcionalidades Gratuitas y Premium

El modelo de monetización distingue dos niveles de acceso. El nivel gratuito, disponible para cualquier usuario registrado, comprende el ranking de fondos, la búsqueda y comparación, el detalle de cualquier fondo y el panel de noticias. El nivel premium, disponible mediante suscripción mensual o anual gestionada a través de Stripe, desbloquea la gestión de carteras, el asistente de inteligencia artificial, la simulación de Monte Carlo y el optimizador de carteras. Esta distinción está implementada tanto en el

*frontend* (mediante el componente `PremiumRoute` y el modal `UpgradeModal`) como en el *backend* (mediante el decorador `@require_premium` sobre los *endpoints* de simulación y optimización). Si un usuario no suscrito al premium intenta acceder a alguna de estas opciones verá un pop-up desde el cual podrá suscribirse al premium. Además, en cada funcionalidad premium verá una marca de premium. También se puede realizar el pago del premium desde la ventana de suscripciones.

# Capítulo 3

## Arquitectura del Sistema

### 3.1. Visión General

La arquitectura de Fundscout sigue el patrón de aplicación de tres capas: presentación (*frontend*), lógica de negocio (*backend*) y datos (Supabase). Las tres capas se comunican a través de interfaces bien definidas: el *frontend* llama al *backend* mediante una API REST, y el *backend* persiste y recupera datos de Supabase mediante su cliente oficial de Python. Además, el *frontend* se comunica directamente con Supabase para operaciones de autenticación y lectura de tablas de usuario (carteras, transacciones, suscripciones), aprovechando el sistema de Row Level Security (RLS) de PostgreSQL para garantizar el aislamiento entre usuarios.

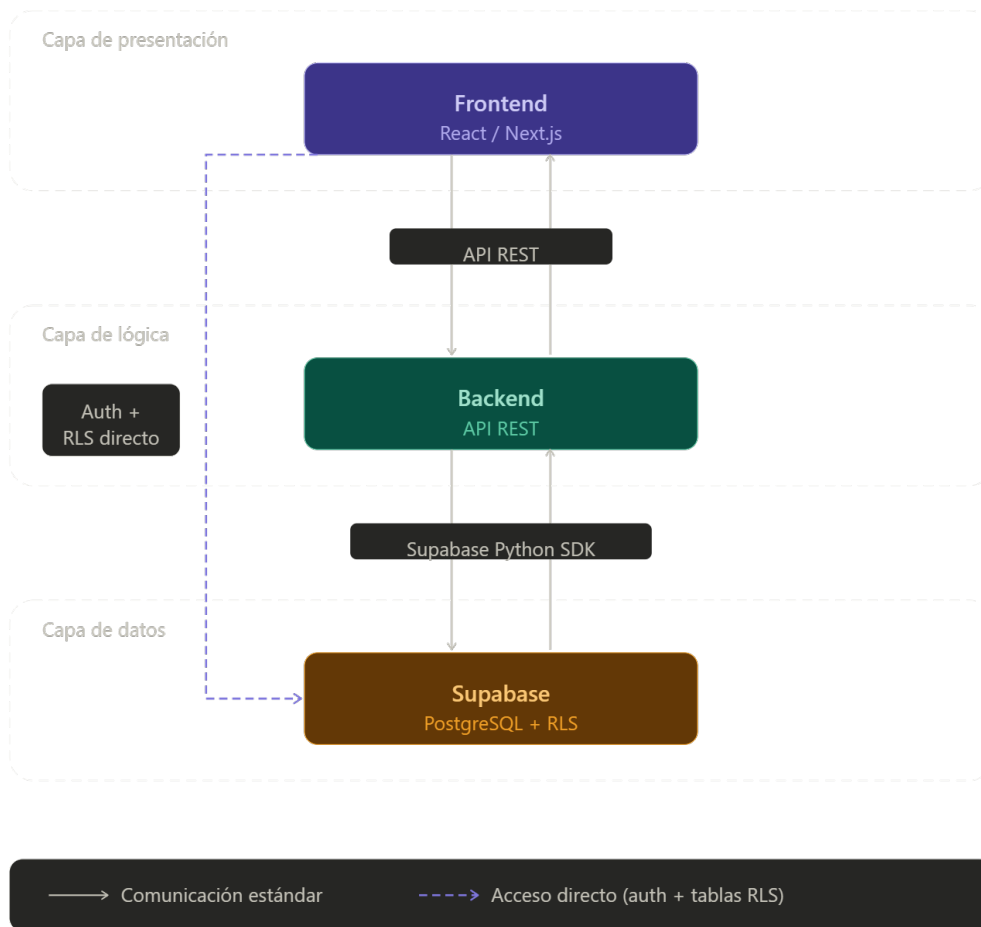


Figura 3.1: Diagrama de arquitectura de tres capas de Fundscout. Fuente: elaboración propia.

## 3.2. Frontend

El *frontend* es una *Single Page Application* desarrollada con React 19 [18] y TypeScript 5.9, empaquetada con Vite y estilizada con Tailwind CSS [24]. La gestión de rutas se realiza mediante `react-router-dom` v7, que define rutas públicas, rutas protegidas por autenticación (envueltas en `<ProtectedRoute>`) y rutas protegidas por suscripción premium (envueltas en `<PremiumRoute>`). El estado global de autenticación y suscripción se gestiona mediante contextos de React (`AuthContext` y `SubscriptionContext`), que exponen el usuario actual, la sesión JWT y el estado de la suscripción a cualquier componente del árbol.

La comunicación con el *backend* se realiza mediante Axios, configurado para apuntar a la URL base del servicio de Cloud Run definida en `src/config.ts`, con soporte para sobrescritura mediante la variable de entorno `VITE_API_URL` en desarrollo local.

Para las operaciones directas sobre Supabase (autenticación, lectura de portfolios, etc.) se utiliza el cliente oficial `@supabase/supabase-js` v2, inicializado con la URL del proyecto y la clave anónima pública.

La visualización de datos financieros se apoya en la biblioteca `Recharts` para la renderización de gráficos interactivos (series temporales de precios, gráficos de abanico de simulación, comparativas de métricas), `Framer Motion` para animaciones de interfaz y `Lucide React` para la iconografía. El chat de inteligencia artificial se integra directamente en el *frontend* mediante el SDK `@google/generative-ai`, que realiza las llamadas a la API Gemini sin pasar por el *backend* propio, simplificando la arquitectura y eliminando latencia innecesaria.

### 3.3. Backend

El *backend* es una API REST desarrollada en Flask 3.1 [19] con Python 3.14. Su responsabilidad principal es la orquestación del *pipeline* de ingestión de datos de fondos, la exposición de los datos almacenados en Supabase, la ejecución de los modelos cuantitativos (simulación y optimización) y la gestión de pagos a través de Stripe. El servidor se levanta con Gunicorn en producción y se ejecuta de forma contenerizada en Google Cloud Run, lo que proporciona escalado automático y disponibilidad sin gestión explícita de infraestructura.

El código del *backend* está organizado en varios módulos con responsabilidades bien delimitadas: `server.py` contiene la definición de todos los *endpoints* principales; `stripe_routes.py` concentra la lógica de pagos; `unified_pipeline.py` implementa el orquestador de ingestión de datos; `morningstar_scraper.py` contiene el cliente de la API de Morningstar; `portfolio_optimization.py` implementa el optimizador de Markowitz; y `MonteCarloSimulator.py` aloja el motor de simulación estocástica. La limitación de tasa de peticiones se gestiona mediante `Flask-Limiter`, con restricciones específicas por *endpoint*.

### 3.4. Base de Datos (Supabase)

Supabase [20] es una plataforma de *backend-as-a-service* construida sobre PostgreSQL que ofrece, además de la base de datos relacional, un servicio de autenticación (Supabase Auth), almacenamiento de objetos (Supabase Storage) y una API REST autogenerada sobre las tablas. En Fundscout, Supabase se utiliza para almacenar los datos de fondos y métricas financieras, los perfiles de usuario y su estado de suscripción, las carteras y transacciones de los usuarios, los artículos de noticias y los informes generados por QuantStats.

La gestión del esquema se realiza mediante archivos de migración SQL versionados con nomenclatura cronológica, lo que garantiza la reproducibilidad del entorno y facilita la evolución incremental del modelo de datos.

## 3.5. Integraciones Externas

### 3.5.1. Morningstar SAL API

La principal fuente de datos financieros es la API SAL (*Security Analytics Layer*) de Morningstar, disponible en `api-global.morningstar.com/sal-service/v1/fund`. Esta API permite consultar información estructurada y muy completa sobre fondos de inversión, incluyendo el perfil del fondo (nombre, categoría, gestor, divisa), métricas de rentabilidad y riesgo, composición de la cartera (por tipo de activo, sector y región), principales posiciones, histórico de rentabilidades y comisiones.

El acceso a esta API es de tipo **semipúblico**, lo que significa que no requiere un proceso formal de autenticación con usuario y contraseña, pero sí utiliza una **clave estática** incluida en las peticiones. Una clave estática es un identificador fijo (una cadena de caracteres) que se envía junto a cada solicitud HTTP y que actúa como mecanismo básico de control de acceso. A diferencia de sistemas más avanzados (como OAuth o tokens dinámicos), esta clave no cambia con el tiempo ni depende de la sesión del usuario, lo que simplifica su uso pero también implica menores garantías de seguridad.

La función principal `fetch_fund_data(sec_id)` realiza múltiples llamadas a la API para obtener los distintos bloques de información del fondo: datos generales (`/fundDetails/v2`), métricas de *trail* (`/trailingReturn`), datos de riesgo (`/riskVolatility`), composición de cartera (`/portfolio/v2`), posiciones principales (`/portfolio/holding/v2`), rentabilidades anuales (`/annualPerformance`) y comisiones (`/fees`). Cada llamada incluye las cabeceras de autenticación requeridas y el parámetro de localización `languageId=es`, lo que asegura que los nombres de categorías y sectores se devuelven en español. La función `get_sec_id(query)` implementa la búsqueda de fondos mediante el *screener*, devolviendo el Security ID de Morningstar necesario para las consultas posteriores. La función `generate_xray_url()` genera la URL de análisis X-Ray de Morningstar para una cartera arbitraria de fondos con sus pesos correspondientes.

Adicionalmente, para implementar la funcionalidad de búsqueda y autocompletado de fondos dentro de la aplicación, se utiliza el servicio de *screener* de Morningstar (`lt.morningstar.com/api/rest.svc`). Este servicio permite realizar búsquedas a partir de texto introducido por el usuario (por ejemplo, nombre del fondo o ISIN) y devuelve resultados con identificadores únicos que se utilizan posteriormente para consultas más detalladas a la API SAL.

### 3.5.2. Finect

Finect es un portal financiero español que agrega y publica información sobre fondos de inversión, incluyendo rankings actualizados basados en distintos criterios como rentabilidad, popularidad o valoración de los usuarios. En este proyecto se utiliza como fuente complementaria de datos, especialmente para identificar tendencias y obtener referencias de mercado.

La extracción de información se realiza mediante **web scraping** utilizando Playwright, un framework de automatización de navegadores que permite simular la interacción de un usuario real con la página web. A diferencia de otros métodos más simples (como peticiones HTTP directas), Playwright es capaz de renderizar contenido dinámico generado con JavaScript, lo que resulta esencial en el caso de Finect, donde gran parte de la información se carga de forma asíncrona.

El scraper desarrollado accede a las páginas de ranking de Finect, navega por los contenidos y extrae de forma estructurada los datos relevantes. Su uso principal dentro del sistema es obtener el listado de los veinte fondos mejor valorados (top-20), que se emplea como punto de partida para poblar la base de datos y detectar fondos destacados. Además, se utiliza como fuente secundaria para recopilar información adicional, como comisiones u otros datos que puedan no estar disponibles o completos en otras fuentes. De esta manera, Finect no actúa como fuente principal de datos como Morningstar, sino como un complemento que mejora la cobertura y robustez del pipeline de extracción de datos de un fondo. Sin embargo, para el ranking de fondos sí actúa como fuente principal.

### 3.5.3. Yahoo Finance

Los datos de precios históricos se obtienen a través de Yahoo Finance mediante la biblioteca `yfinance`. Esta nos da acceso a series temporales de precios de los fondos. No obstante, esta librería no siempre devuelve información completa, ya que en algunos casos no es capaz de identificar determinados fondos, incluso utilizando su buscador. Esto se debe principalmente a su sistema de clasificación basado en *tickers*, más orientado al mercado estadounidense, lo que limita la cobertura de fondos internacionales.

A partir de estos datos, se integra el motor de análisis de QuantStats [23], que procesa las series temporales y calcula métricas avanzadas de riesgo y rendimiento, como el ratio de Calmar, el ratio de Sortino o el Value at Risk (VaR). Estas métricas permiten evaluar el comportamiento del fondo desde una perspectiva más completa, incorporando no solo la rentabilidad, sino también la volatilidad y las pérdidas máximas. Además, QuantStats genera informes automatizados en formato HTML que sintetizan el análisis cuantitativo

mediante visualizaciones y estadísticas detalladas. Estos informes se almacenan en Supabase Storage, lo que facilita su acceso posterior desde la aplicación y permite su integración directa en la interfaz de usuario.

### 3.5.4. Noticias Financieras

El sistema de obtención de noticias financieras en Fundscout se basa en una arquitectura híbrida que combina técnicas de consumo de feeds RSS y scraping HTML, complementadas con un proceso posterior de normalización, filtrado y clustering. Esta aproximación permite maximizar la cobertura de fuentes manteniendo la robustez y eficiencia del sistema.

#### Scrapers basados en RSS

Los scrapers correspondientes a Bloomberg, CNBC y The Wall Street Journal comparten una misma arquitectura basada en el consumo de feeds RSS/Atom oficiales mediante la librería `feedparser`. Este enfoque evita la necesidad de realizar scraping HTML tradicional, lo que aporta varias ventajas: elimina la dependencia de estructuras HTML frágiles, reduce el riesgo de bloqueos por sistemas de detección de bots y garantiza una estructura de datos estandarizada en formato XML.

El flujo de funcionamiento es el siguiente: en primer lugar, se define un conjunto de URLs RSS organizadas por categorías (mercados, economía, tecnología, etc.). A continuación, cada feed es procesado mediante `feedparser`, obteniendo una lista de entradas donde cada una representa una noticia. Para cada entrada se extraen los campos relevantes, como el enlace, título, fecha de publicación y resumen. Posteriormente, las fechas se normalizan a formato estándar ISO 8601 utilizando la librería `dateutil`. Se implementa además un mecanismo básico de *rate limiting* mediante pausas controladas entre peticiones, evitando sobrecargar las fuentes externas. Una vez recopiladas las noticias, se aplica un proceso de deduplicación basado en la URL, conservando la versión más reciente en caso de duplicados. Cada fuente cubre múltiples categorías: Bloomberg (9 feeds), CNBC (11 feeds) y WSJ (9 feeds), lo que permite abarcar un amplio espectro de información financiera de actualidad.

#### Scraper HTML: caso Expansión

A diferencia de las fuentes anteriores, el diario Expansión no ofrece feeds RSS adecuados, por lo que se ha implementado un scraper basado en HTML utilizando `requests` y `BeautifulSoup`. Este scraper sigue una arquitectura en dos fases.

En la primera fase, de **descubrimiento de artículos**, se accede a páginas principales de distintas secciones (como mercados o fondos) y se extraen todos los enlaces disponibles.

Estos enlaces se normalizan a URLs absolutas y se filtran mediante distintas heurísticas: se limita al dominio principal, se eliminan parámetros innecesarios y se descartan rutas irrelevantes (como etiquetas, autores o contenido multimedia).

En la segunda fase, de **extracción de contenido**, cada artículo se procesa utilizando una estrategia en cascada. En primer lugar, se intenta extraer la información estructurada mediante bloques JSON-LD, que suelen contener datos completos del artículo (título, descripción, autor, fecha y contenido). Si esta información no está disponible, se recurre a etiquetas OpenGraph o metaetiquetas HTML. Como último recurso, se utiliza un enfoque basado en la extracción de párrafos relevantes del cuerpo del texto. Para evitar bloqueos, las peticiones incluyen cabeceras que simulan un navegador real y se introduce un retardo aleatorio entre solicitudes (*polite scraping*).

### Postprocesado y selección de noticias

Una vez obtenidos los datos de todas las fuentes, el sistema ejecuta un proceso de postprocesado encargado de unificar, limpiar y priorizar la información. Este módulo aplica varias etapas: en primer lugar, una **normalización del contenido**, eliminando etiquetas HTML y filtrando elementos de bajo valor informativo; a continuación, una **deduplicación en dos niveles**, por URL normalizada y mediante similaridad textual en los títulos usando técnicas de *fuzzy matching*; seguidamente, se filtran únicamente las noticias recientes (por defecto, de las últimas 72 horas); el siguiente paso consiste en un proceso de **clustering temático**, en el que las noticias se agrupan en función de su similitud utilizando representaciones TF-IDF y medidas de similitud coseno; finalmente, se calcula un **score de relevancia** para cada cluster, teniendo en cuenta factores como el número de fuentes que cubren la noticia, el volumen de artículos y la recencia.

El sistema de scraping de noticias sigue un enfoque **lazy** u **on-demand**, combinado con un mecanismo de caché temporal de 15 minutos. Cuando el frontend realiza una petición al endpoint `GET /api/news`, el backend ejecuta primero una función de sincronización en segundo plano. Esta función consulta la base de datos para comprobar cuándo se realizó el último proceso de scraping y, si han transcurrido más de 15 minutos, lanza automáticamente un nuevo proceso de scraping de forma **no bloqueante**, mediante un hilo independiente (*daemon thread*), mientras el endpoint devuelve inmediatamente los artículos ya almacenados. Para evitar ejecuciones simultáneas, se implementa un mecanismo de sincronización basado en `threading.Lock` con doble comprobación (*double-checked locking*).

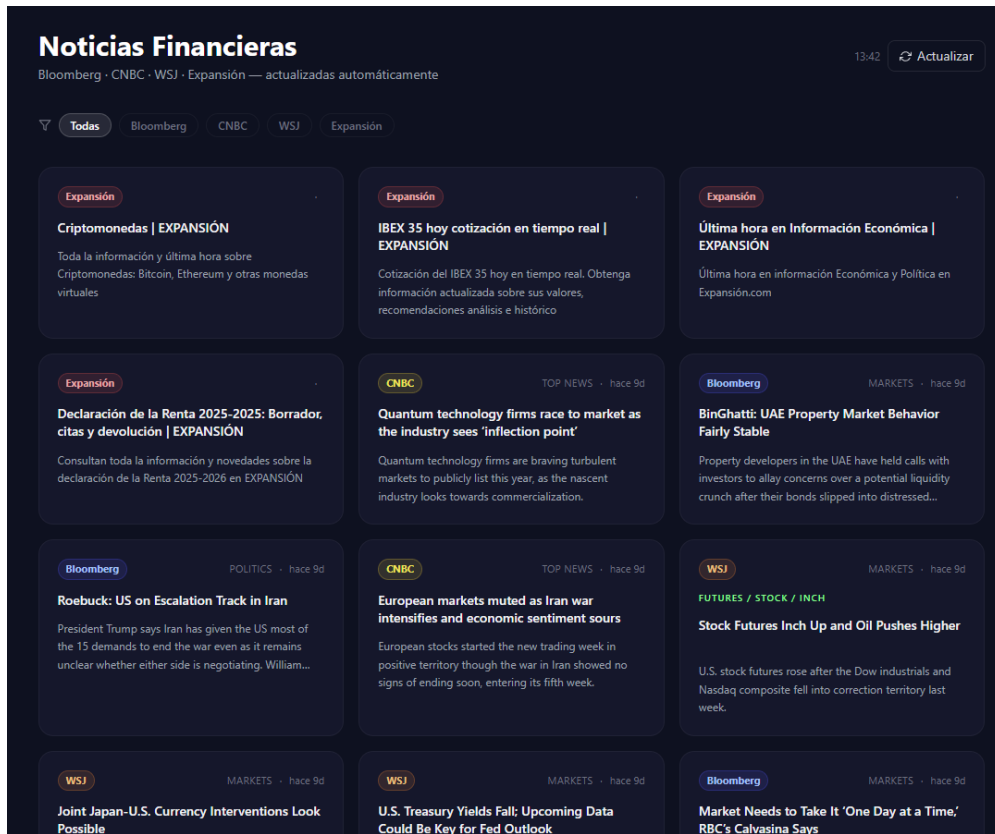


Figura 3.2: Panel de noticias financieras.

### 3.5.5. Stripe

El procesamiento de pagos se delega íntegramente en **Stripe** [21], que actúa como proveedor externo para la gestión del ciclo de vida de las suscripciones. Este enfoque permite externalizar funcionalidades críticas como la gestión de cobros recurrentes, el almacenamiento seguro de métodos de pago y la gestión de estados de suscripción (activa, cancelada, impago), reduciendo la complejidad del sistema. La integración se articula mediante un módulo específico en el backend que encapsula toda la lógica de interacción con la API de Stripe. Se detallarán más aspectos de su implementación en el capítulo dedicado al sistema de pagos y monetización.

### 3.5.6. Brevo (SMTP)

Para gestionar el registro de usuarios en FundScout se ha incorporado **Brevo** [25] como proveedor SMTP externo, utilizado para el envío automático de correos electrónicos de confirmación. SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*) es el protocolo estándar que permite enviar correos electrónicos desde una aplicación a los usuarios. En el contexto de una plataforma web, esta tecnología resulta especialmente útil para procesos de autenticación, recuperación de contraseña, verificación de cuentas y comunicación transaccional con el usuario.

Cuando un usuario intenta registrarse en la plataforma, introduce su dirección de correo electrónico y sus datos de acceso. A continuación, el sistema genera automáticamente un correo de confirmación y lo envía a través de Brevo. De esta forma, el usuario debe verificar que tiene acceso real a la dirección de correo indicada antes de poder completar el registro y utilizar la aplicación con normalidad.

Esta implementación añade una capa adicional de seguridad al proceso de alta, ya que evita registros con correos falsos o no controlados por el usuario. Además, mejora la fiabilidad del sistema al centralizar el envío de emails transaccionales mediante un proveedor especializado. Para FundScout, esto es importante porque la plataforma maneja información personalizada de los usuarios, como carteras, fondos guardados o preferencias de análisis.

El uso de un proveedor SMTP también permite profesionalizar la experiencia de usuario: los correos de confirmación o recuperación de contraseña se envían con el nombre de FundScout como remitente, reforzando la identidad de la plataforma. En una versión más avanzada, lo ideal sería emplear un dominio propio verificado —por ejemplo `noreply@fundscout.es`— junto con mecanismos de autenticación como SPF, DKIM y DMARC para mejorar la entregabilidad y reducir el riesgo de que los mensajes sean marcados como spam.

Además de su uso actual en el registro de usuarios, esta tecnología ofrece posibilidades relevantes de cara al futuro. Una vez que FundScout cuente con una base de usuarios más amplia, el sistema de correo podría utilizarse para enviar avisos personalizados, alertas sobre fondos guardados, recordatorios de revisión de cartera o comunicaciones relacionadas con nuevas funcionalidades. También podría emplearse en campañas de *marketing*, como *newsletters* periódicas con análisis de mercado, rankings de fondos o recomendaciones educativas sobre inversión.

### 3.5.7. Gemini

La funcionalidad de chatbot se ha implementado mediante la integración de los modelos de lenguaje de Gemini, utilizados como motor de generación de respuestas. A diferencia de otros componentes del sistema, la comunicación con la API se realiza directamente desde el frontend mediante el SDK oficial `@google/generative-ai`, lo que permite simplificar la arquitectura al eliminar la necesidad de un backend intermediario y reducir la latencia en la generación de respuestas.

El sistema hace *prompt engineering* y envía al modelo tanto la consulta del usuario como el contexto relevante del usuario (todas las posiciones de sus carteras y sus últimas 10 transacciones) y las directrices de comportamiento que debe seguir el modelo. Este

enriquecimiento del contexto permite generar respuestas más precisas y alineadas con el dominio específico del análisis de fondos de inversión. El prompt utilizado es el siguiente:

```
1 You are a smart financial assistant called FundScout ,
2 powered by Google Gemini .
3
4 USER DATA (PORTFOLIOS & TRANSACTIONS):
5 ${portfolioContext}
6
7 INSTRUCTIONS:
8 - Help the user with their specific data .
9 - If they ask about "my portfolio", summarize what you
10 see in the USER DATA .
11 - If they ask about "my transactions", refer to the
12 transaction log .
13 - If they ask about funds , ETFs , or market trends NOT
14 in their portfolio , use your internal knowledge base
15 to answer comprehensively .
16 - Be concise and professional .
17
18 User Request : ${userRequest}
```

Listing 3.1: Prompt del sistema para el asistente Gemini

De este modo, el chatbot no se limita a ofrecer explicaciones genéricas, sino que es capaz de proporcionar interpretaciones personalizadas, como comparativas entre activos, análisis de la cartera del usuario o aclaraciones detalladas sobre métricas financieras. Se ha optado por `gemini-2.5-flash` debido a su eficacia, rapidez y bajo coste. Este modelo sigue un esquema de facturación basado en tokens, donde el precio es de \$0,30 por millón de *input tokens* y \$2,50 por millón de *output tokens*. Desde Google AI Studio se ha limitado el gasto mensual de la API por motivos de seguridad, límite que se puede incrementar a medida que el número de usuarios premium va creciendo.

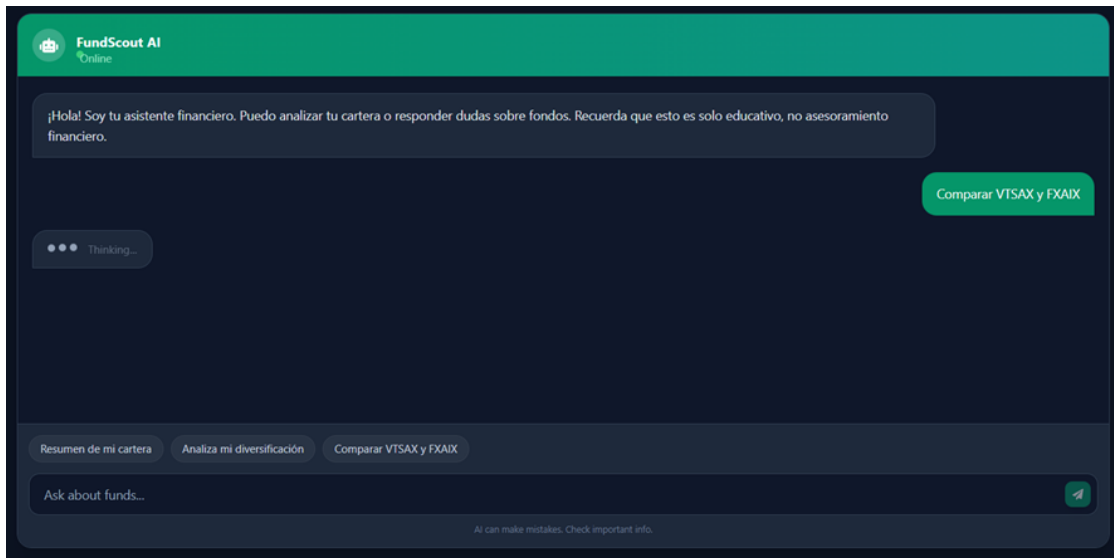


Figura 3.3: Asistente de IA Gemini integrado como widget flotante en la aplicación.

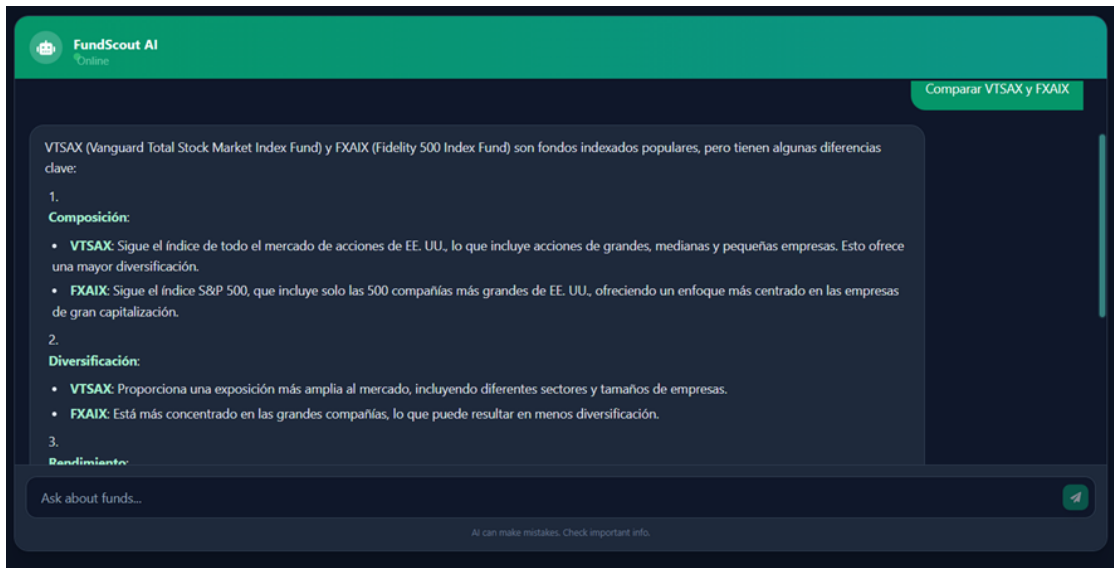


Figura 3.4: Respuesta del asistente Gemini con análisis personalizado de la cartera del usuario.

### 3.6. Flujo de Datos entre Componentes

El flujo de datos en Fundscout puede describirse en tres caminos principales. En primer lugar, el **flujo de ingestión**: cuando un usuario solicita información sobre un fondo no presente en la base de datos (o cuya información ha caducado), el *backend* lanza el *pipeline* unificado, que consulta las fuentes externas (Morningstar, Finect, Yahoo Finance), normaliza los datos y los persiste en Supabase. En segundo lugar, el **flujo de consulta**: una vez disponibles en la base de datos, los datos se sirven directamente desde Supabase al *frontend* a través de la API del *backend*. En tercer

lugar, el **flujo de computación**: para las funcionalidades de simulación y optimización, el *backend* recupera las series de precios históricas desde Supabase, ejecuta los modelos cuantitativos en memoria y devuelve los resultados al *frontend* sin persistirlos, dado su carácter efímero y personalizado por usuario.

Adicionalmente, el sistema incorpora un flujo específico para la gestión de noticias financieras, descrito en el apartado anterior, que combina un enfoque *on-demand* con un mecanismo de caché de 15 minutos y actualización en segundo plano no bloqueante.

# Capítulo 4

## Flujo del Backend

### 4.1. Visión General del Flujo de Datos

El *backend* de Fundscout está diseñado alrededor del principio de ingestión diferida con caché persistente. En lugar de mantener un catálogo fijo de fondos actualizado periódicamente mediante tareas programadas, el sistema adopta un enfoque *pull-on-demand*: los datos de un fondo se solicitan a las fuentes externas la primera vez que se requieren y se almacenan en Supabase con una marca de tiempo de expiración. Las peticiones subsiguientes sirven el dato cacheado hasta que este caduca, momento en que se dispara automáticamente una nueva ingestión. Este diseño desacopla el crecimiento del catálogo de la carga operativa del sistema y asegura que la plataforma puede dar cobertura a cualquier fondo disponible en Morningstar sin necesidad de mantenimiento manual.

El flujo completo desde la entrada del usuario hasta la obtención de resultados puede resumirse en los pasos siguientes: el usuario introduce una consulta en el *frontend*; la SPA envía una petición HTTP al *backend*; el *backend* determina si los datos solicitados están disponibles y frescos en Supabase; si no lo están, lanza el *pipeline* de ingestión; una vez disponibles los datos, los normaliza y los devuelve al *frontend* en el formato esperado; el *frontend* renderiza los datos en la interfaz correspondiente.

### 4.2. Descripción de los Módulos del Backend

#### 4.2.1. Servidor Principal (`server.py`)

El módulo `server.py` define la aplicación Flask y todos sus *endpoints*. Actúa como punto de entrada de todas las peticiones HTTP y coordina la ejecución de los módulos especializados. Sus responsabilidades incluyen la validación de parámetros de entrada,

la gestión del sistema de bloqueos de ingestión (para evitar ingestiones concurrentes del mismo fondo), la serialización de respuestas JSON y la aplicación de las políticas de limitación de tasa mediante `Flask-Limiter`.

El *endpoint* `GET /api/funds` es el más relevante: recibe un identificador de fondo (ISIN, *ticker* o nombre), comprueba si el fondo está presente y vigente en Supabase mediante la función `is_fund_fresh()`, y en caso negativo adquiere un bloqueo de ingestión de dos minutos (`ingestion_lock_until`) antes de invocar el *pipeline* unificado. La respuesta incluye el estado del dato ("fresh" o "cached"), los metadatos de TTL y los datos normalizados del fondo. El *endpoint* `GET /api/search_v2` implementa la búsqueda híbrida: consulta primero la tabla `funds` de Supabase y, si obtiene menos de cinco resultados, amplía la búsqueda al *screener* de Morningstar.

Los *endpoints* de simulación (`POST /api/simulate`) y optimización (`POST /api/optimize`) están protegidos por el decorador `@require_premium`, que verifica el estado de suscripción del usuario consultando la tabla `profiles` de Supabase antes de ejecutar el modelo correspondiente.

### 4.2.2. Pipeline Unificado (`unified_pipeline.py`)

El *pipeline* unificado es el componente central del *backend*. Su función es orquestar la obtención de datos de múltiples fuentes, resolver conflictos entre ellas según un orden de prioridad y persistir el resultado normalizado en Supabase. El diseño modular del *pipeline* permite añadir o sustituir fuentes de datos con impacto mínimo en el resto del sistema.

La ejecución del *pipeline* para un fondo concreto sigue la secuencia:

1. **Identificación del fondo:** A partir del identificador de entrada (ISIN, *ticker* o nombre), se resuelve la identidad canónica del fondo (ISIN, nombre oficial, *ticker*, Morningstar Security ID). Esta resolución se realiza consultando primero Supabase y, si no hay coincidencia, el *screener* de Morningstar.
2. **Scraping de Morningstar:** Se invoca el módulo `morningstar_scraper.py` con el Security ID resuelto para obtener el perfil completo del fondo, incluidas métricas financieras, composición de cartera, rentabilidades históricas y comisiones.
3. **Scraping de Finect:** De forma complementaria, se extrae información adicional de comisiones y datos cualitativos desde Finect mediante el scraper basado en Playwright.
4. **Obtención de precios de Yahoo Finance:** Se descarga la serie histórica de precios ajustados del fondo mediante `yfinance` con una ventana de cinco años.

5. **Cálculo de métricas con QuantStats:** Sobre la serie de precios se calculan métricas de riesgo adicionales (volatilidad anualizada, ratio de Sharpe, ratio de Sortino, ratio de Calmar, máximo *drawdown*) mediante la biblioteca `QuantStats` [23].
6. **Normalización y persistencia:** Los datos de todas las fuentes se combinan, se validan y se insertan o actualizan en Supabase mediante operaciones de *upsert* sobre las tablas `funds`, `fund_metrics`, `fund_prices`, `fund_allocations` y `fund_holdings`.

### 4.2.3. Scraper de Morningstar (`morningstar_scraper.py`)

El módulo de scraping de Morningstar encapsula toda la comunicación con la API SAL de Morningstar. La función principal `fetch_fund_data(sec_id)` realiza múltiples llamadas a la API para obtener los distintos bloques de información del fondo: datos generales (`/fundDetails/v2`), métricas de *trail* (`/trailingReturn`), datos de riesgo (`/riskVolatility`), composición de cartera (`/portfolio/v2`), posiciones principales (`/portfolio/holding/v2`), rentabilidades anuales (`/annualPerformance`) y comisiones (`/fees`).

Cada llamada a la API incluye las cabeceras de autenticación requeridas (clave de API estática) y el parámetro de localización `languageId=es`, lo que asegura que los nombres de categorías y sectores se devuelven en español. La función `get_sec_id(query)` implementa la búsqueda de fondos mediante el *screener*, devolviendo el Security ID de Morningstar necesario para las consultas posteriores. La función `generate_xray_url()` genera la URL de análisis X-Ray de Morningstar para una cartera arbitraria de fondos con sus pesos correspondientes.

### 4.2.4. Optimizador de Carteras (`portfolio_optimization.py`)

El módulo de optimización implementa el modelo de media-varianza de Markowitz [1] utilizando la biblioteca `CVXPY` [22] para la resolución del problema de optimización convexa. El problema se formula como:

$$\max_w \mu^\top w - \lambda \cdot w^\top \Sigma w \quad (4.1)$$

sujeto a:

$$\sum_i w_i = 1 \quad (\text{cartera completamente invertida}) \quad (4.2)$$

$$w_{\min} \leq w_i \leq w_{\max} \quad \forall i \quad (4.3)$$

$$\sum_i |w_i - w_i^0| \leq \tau \quad (\text{restricción de } turnover) \quad (4.4)$$

donde  $\mu$  es el vector de rentabilidades esperadas (media histórica anualizada),  $\Sigma$  es la matriz de covarianza de rendimientos,  $\lambda$  es el parámetro de aversión al riesgo,  $w_{\min}$  y  $w_{\max}$  son los límites de peso por activo,  $w^0$  es el vector de pesos actuales y  $\tau$  es el *turnover* máximo permitido. La clase `OptimConfig` encapsula todos los parámetros de configuración: ventana histórica (`lookback_days = 756`, equivalente a tres años), peso mínimo (`min_weight = 0.0`), peso máximo (`max_weight = 0.35`) y aversión al riesgo (`risk_aversion = 5.0`). La función `recommend_trades()` traduce los pesos objetivo en operaciones concretas de compra y venta expresadas en euros, aplicando un umbral mínimo de rebalanceo para evitar operaciones de cuantía insignificante.

#### 4.2.5. Motor de Simulación de Monte Carlo (`MonteCarloSimulator.py`)

El motor de simulación implementa dos modelos estocásticos para la proyección de carteras:

**Movimiento Browniano Geométrico (GBM)** [4]: Bajo este modelo, el precio del activo  $S$  sigue el proceso:

$$S_{t+\Delta t} = S_t \cdot \exp\left(\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right) \Delta t + \sigma \sqrt{\Delta t} Z_t\right) \quad (4.5)$$

donde  $Z_t \sim \mathcal{N}(0, 1)$ . Para carteras multivariantes, los shocks  $Z_t$  se generan correlacionados mediante la descomposición de Cholesky de la matriz de covarianza. Este modelo es computacionalmente eficiente y adecuado cuando la distribución de rendimientos es aproximadamente normal.

**Bootstrap histórico:** Este modelo resampla bloques de rendimientos históricos observados para generar trayectorias futuras, preservando la estructura de dependencia temporal y capturando la curtosis y asimetría empíricas de la distribución de rendimientos. Es más costoso computacionalmente pero estadísticamente más robusto para carteras con rendimientos no normales.

El resultado del motor incluye el estadístico de resumen de la distribución de valores finales (percentiles 5, 25, 50, 75 y 95, media y desviación típica), los datos del gráfico de abanico (evolución de percentiles a lo largo del horizonte temporal), cincuenta trayectorias de muestra y la distribución completa de valores finales para la renderización del histograma en el *frontend*.

#### 4.2.6. Rutas de Stripe (`stripe_routes.py`)

El módulo de pagos concentra toda la lógica de integración con Stripe. El *endpoint* `POST /api/stripe/create-checkout-session` recibe el identificador de precio, el

identificador de usuario y el correo electrónico, crea o reutiliza un cliente de Stripe asociado al usuario y genera una sesión de pago con las URLs de redirección configuradas. El *endpoint* POST `/api/stripe/webhook` procesa los eventos asíncronos enviados por Stripe (creación, actualización y cancelación de suscripción, pago exitoso) y actualiza la tabla `subscriptions` de Supabase y el campo `is_premium` del perfil de usuario. La autenticidad de los *webhooks* se verifica mediante la firma HMAC con la clave secreta de *webhook* de Stripe.

### 4.3. Pipeline de Datos: Lógica de Priorización de Fuentes

El *pipeline* unificado implementa una lógica de priorización de fuentes que refleja la calidad y fiabilidad relativa de cada una de ellas. **Morningstar** actúa como fuente primaria para todos los datos cualitativos y cuantitativos del fondo: su API SAL ofrece datos estructurados, estandarizados y con una cobertura de fondos muy amplia. **Finect** actúa como fuente secundaria para los datos de comisiones y rankings, que en ocasiones son más precisos o actuales que los proporcionados por Morningstar. **Yahoo Finance** es la fuente terciaria para los datos de precios históricos, especialmente útil para fondos con escasa cobertura en Morningstar.

En caso de conflicto entre fuentes (por ejemplo, comisiones distintas), el *pipeline* aplica reglas de prioridad explícitas: los datos de Morningstar prevalecen sobre los de Finect, y los de Finect sobre los de Yahoo Finance. Cuando una fuente no devuelve datos para un campo concreto, el sistema utiliza el valor de la siguiente fuente en la jerarquía, asegurando la máxima completitud posible del registro.

# Capítulo 5

## Diseño de la Base de Datos

### 5.1. Modelo de Datos

La base de datos de Fundscout está implementada en PostgreSQL a través de Supabase y consta de diez tablas principales que modelan los fondos de inversión, sus métricas financieras, los datos de usuario y las suscripciones. El diseño sigue los principios de la tercera forma normal (3NF), una metodología de organización de bases de datos que evita la duplicación innecesaria de información y garantiza que cada dato se almacene en un único lugar, facilitando su mantenimiento y consistencia. No obstante, en aquellos casos donde la información tiene una estructura variable o compleja (por ejemplo, comisiones con distintos formatos o datos extraídos mediante scraping), se utiliza el tipo de dato **JSONB** de PostgreSQL. Este formato permite almacenar datos en forma de estructuras flexibles similares a diccionarios o archivos JSON, sin necesidad de definir previamente todas sus columnas, equilibrando así la flexibilidad con la integridad relacional.

### 5.2. Tablas Principales

#### 5.2.1. Tabla `funds`

La tabla `funds` es el núcleo del modelo de datos y almacena los metadatos de cada fondo. Su clave primaria es un UUID generado automáticamente, complementado por el campo `isin` con restricción `UNIQUE NOT NULL`, que actúa como identificador natural del fondo. Los campos más relevantes son:

Cuadro 5.1: Campos principales de la tabla `funds`

<b>Campo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<code>id</code>	UUID	Clave primaria, generada automáticamente
<code>isin</code>	TEXT	Identificador internacional del fondo (ISIN), único
<code>ticker</code>	TEXT	Símbolo de cotización en Yahoo Finance
<code>name</code>	TEXT	Nombre oficial del fondo
<code>category</code>	TEXT	Categoría Morningstar (ej. “Renta Variable Global”)
<code>currency</code>	TEXT	Divisa de denominación (EUR, USD, etc.)
<code>manager</code>	TEXT	Nombre del gestor o gestora del fondo
<code>description</code>	TEXT	Descripción del fondo obtenida de Morningstar
<code>commission</code>	JSONB	Comisiones estructuradas (gestión, éxito, gastos corrientes)
<code>morningstar_id</code>	TEXT	Security ID de Morningstar ( <code>sec_id</code> )
<code>current_price</code>	NUMERIC	Último valor liquidativo disponible
<code>is_seeded</code>	BOOLEAN	True si el fondo es parte del catálogo permanente
<code>fetches_at</code>	TIMESTAMPTZ	Fecha de la última ingestión
<code>expires_at</code>	TIMESTAMPTZ	Fecha de expiración del dato (NULL si permanente)
<code>ingestion_lock_until</code>	TIMESTAMPTZ	Bloqueo temporal para evitar ingestiones concurrentes
<code>report_url</code>	TEXT	URL del informe QuantStats en Supabase Storage

Field Name	Data Type
id	uuid
ticker	text
name	text
quote_type	text
asset_type	text
fund_family	text
category	text
region_country	text
sector	text
asset_classes	text
currency	text
base_currency	text
origin_currency	text
dividend_policy	text
benchmark	text
manager	text
manager_start_date	date
current_price	numeric
avg_volume	numeric
description	text
fund_overview	text
fund_operations	text
sector_weighting	jsonb
top_holdings	jsonb
equity_holdings	jsonb
bond_holdings	jsonb
bond_ratings	jsonb
created_at	timestamp
updated_at	timestamp
isin	text
scraped_data	jsonb
morningstar_id	text
morningstar_category	text
legal_structure	text
raw_morningstar_data	jsonb
is_ended	bool
fetched_at	timestamp
expires_at	timestamp
ingestion_lock_until	timestamp
report_url	text
commissions	jsonb

Figura 5.1: Esquema de la tabla `funds` en Supabase. Fuente: elaboración propia.

### 5.2.2. Tabla `fund_metrics`

La tabla `fund_metrics` almacena las métricas de rentabilidad y riesgo de cada fondo con clave compuesta (`fund_id`, `as_of`), lo que permite mantener el histórico de métricas en el tiempo. Los campos incluyen rentabilidades a distintos horizontes (`return_1y`, `return_3y`, `return_5y`, `return_10y`, `return_ytd`), métricas de riesgo (`vol_1y`, `vol_3y`, `max_drawdown`), ratios ajustados por riesgo (`sharpe`, `sortino`, `calmar`) y métricas de regresión (`alpha`, `beta`, `r2`).

Column Name	Data Type
fund_id	uuid
as_of	date
return_1y	numeric
return_3y	numeric
return_5y	numeric
cagr	numeric
vol_1y	numeric
vol_3y	numeric
vol_5y	numeric
sharpe	numeric
sortino	numeric
calmar	numeric
max_drawdown	numeric
alpha	numeric
beta	numeric
r2	numeric
ter_pct	numeric
yield_pct	numeric
aum	numeric
morningstar_overall	int4
morningstar_risk	int4
extra	jsonb
created_at	timestamptz
return_ytd	numeric
return_10y	numeric

Figura 5.2: Esquema de la tabla `fund_metrics` en Supabase.

### 5.2.3. Tabla `fund_prices`

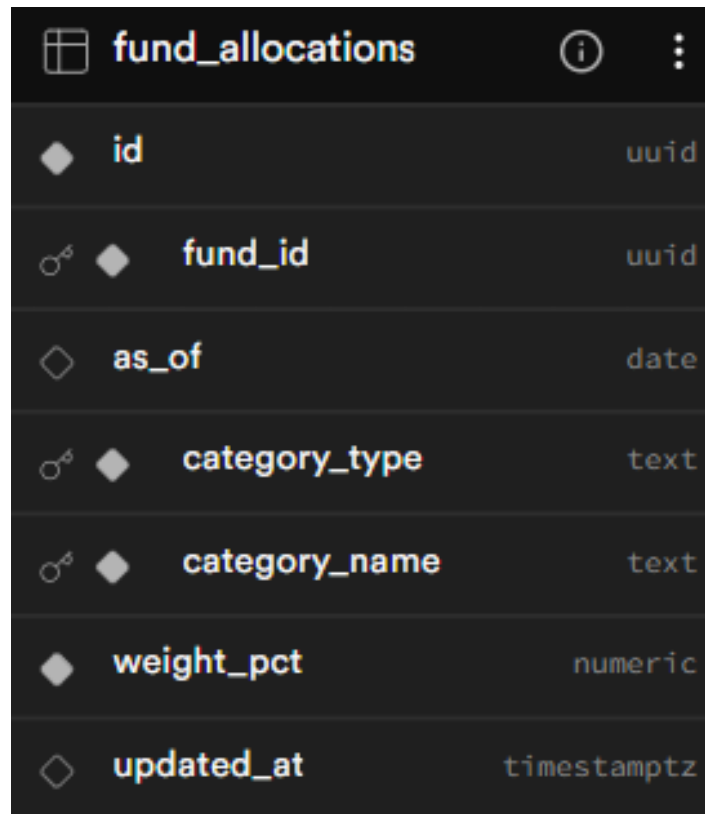
La tabla `fund_prices` almacena la serie histórica de precios diarios de cada fondo con clave primaria compuesta (`fund_id`, `date`). El campo `close` contiene el precio de cierre ajustado. Esta tabla es la fuente de datos para el motor de simulación de Monte Carlo y el optimizador de carteras.

Column Name	Data Type
fund_id	uuid
date	date
close	numeric
created_at	timestamptz

Figura 5.3: Esquema de la tabla `fund_prices` en Supabase.

#### 5.2.4. Tabla `fund_allocations`

La tabla `fund_allocations` modela la composición de cartera de cada fondo. Cada fila representa el peso de una categoría dentro de la cartera, identificada por el tipo (`category_type`: 'asset', 'sector' o 'geographic') y el nombre de la categoría (`category_name`). El campo `weight_pct` almacena el porcentaje de exposición.



The image shows a screenshot of the Supabase interface displaying the schema for the `fund_allocations` table. The table has the following columns:

Column Name	Column Type
<code>id</code>	<code>uuid</code>
<code>fund_id</code>	<code>uuid</code>
<code>as_of</code>	<code>date</code>
<code>category_type</code>	<code>text</code>
<code>category_name</code>	<code>text</code>
<code>weight_pct</code>	<code>numeric</code>
<code>updated_at</code>	<code>timestampz</code>

Figura 5.4: Esquema de la tabla `fund_allocations` en Supabase.

#### 5.2.5. Tabla `fund_holdings`

La tabla `fund_holdings` almacena las principales posiciones de la cartera de cada fondo (típicamente entre 10 y 25 posiciones), con el nombre de la empresa, el peso porcentual, el *ticker* y el ISIN de cada valor.

Column Name	Column Type
id	uuid
fund_id	uuid
as_of	date
company_name	text
ticker	text
isin	text
weight_pct	numeric
updated_at	timestampz

Figura 5.5: Esquema de la tabla `fund_holdings` en Supabase.

### 5.2.6. Tablas de Usuario y Suscripción

La tabla `profiles` extiende el sistema de autenticación de Supabase Auth con campos adicionales del perfil de usuario, en particular el campo `is_premium` (BOOLEAN) que determina el acceso a funcionalidades premium. La tabla `subscriptions` almacena el estado detallado de la suscripción de cada usuario: identificadores de cliente y suscripción de Stripe, estado (`active`, `canceled`, `past_due`), nivel de suscripción (`monthly` o `annual`), fecha de fin del período vigente y marcadores de cancelación programada.

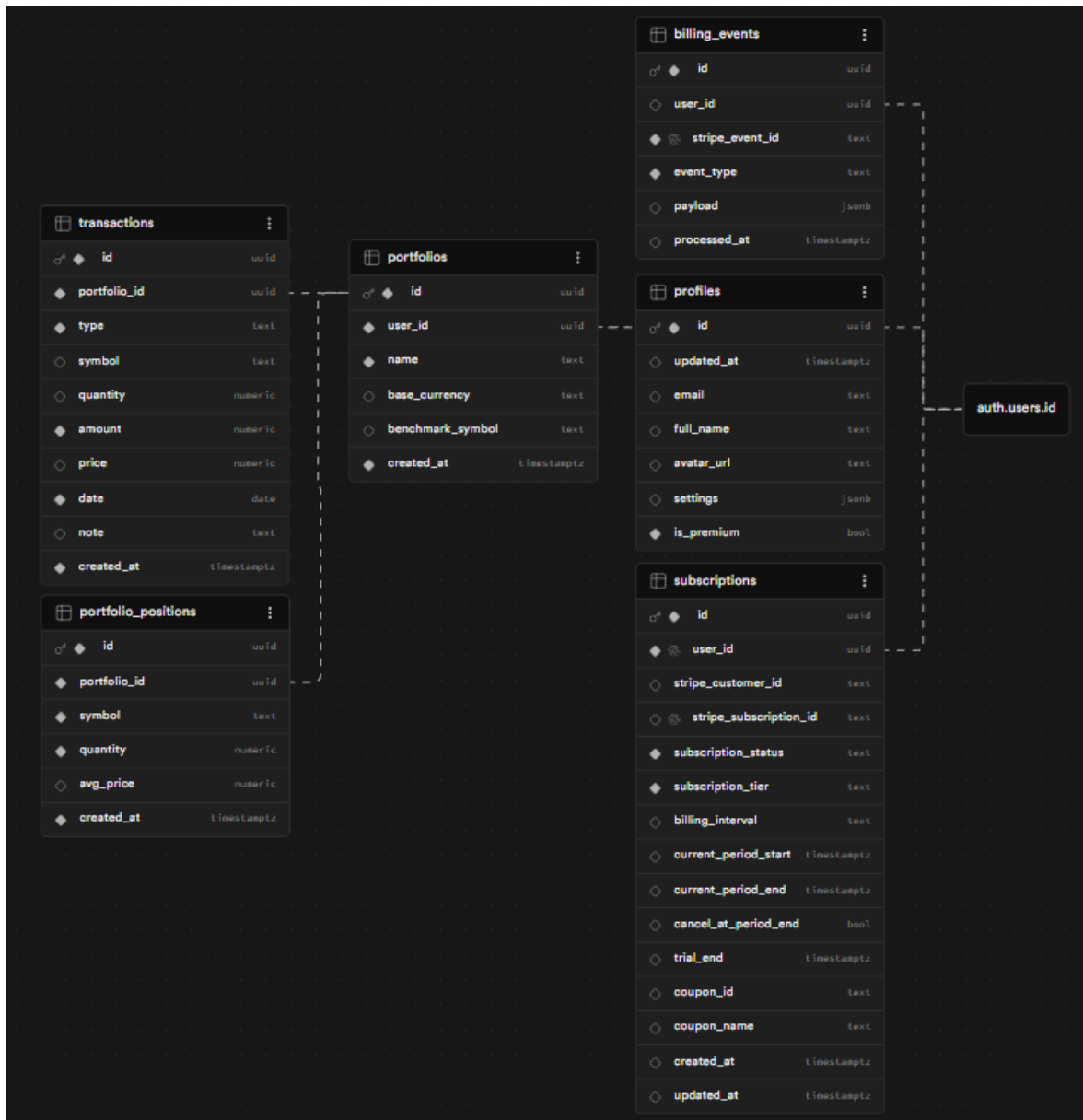
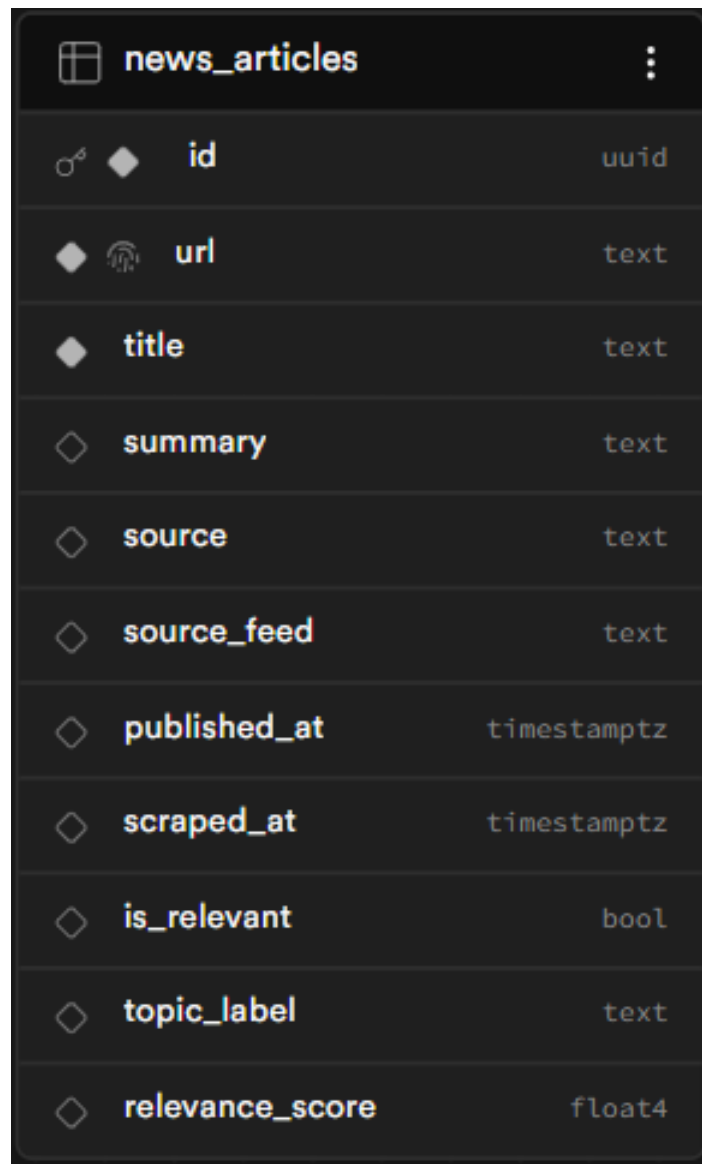


Figura 5.6: Esquema de la tabla profiles en Supabase.



Column Name	Column Type
id	uuid
url	text
title	text
summary	text
source	text
source_feed	text
published_at	timestampz
scraped_at	timestampz
is_relevant	bool
topic_label	text
relevance_score	float4

Figura 5.7: Esquema de la tabla `news_articles` en Supabase.

### 5.2.7. Tablas de Carteras

La tabla `portfolios` almacena las carteras creadas por los usuarios, con su nombre y divisa de referencia. La tabla `transactions` registra cada operación de compra o venta realizada dentro de una cartera, con el identificador del activo, el tipo de operación ('buy' o 'sell'), la cantidad y el precio de ejecución.

<b>returns_periodic</b>			
id	uuid		
asset_id	uuid		
period_code	text		
as_of_date	date		
return_pct	numeric		
excess_vs_category_pct	numeric		
excess_vs_index_pct	numeric		
category_name	text		
index_name	text		
updated_at	timestampz		
<b>portfolio_breakdowns</b>			
id	uuid		
asset_id	uuid		
breakdown_type	text		
bucket	text		
weight_pct	numeric		
as_of_date	date		
updated_at	timestampz		
<b>asset_snapshots</b>			
id	uuid		
asset_id	uuid		
as_of_date	date		
nav_price	numeric		
aum_total_assets	numeric		
updated_at	timestampz		
<b>returns_annual</b>			
id	uuid		
asset_id	uuid		
year	int4		
return_pct	numeric		
excess_vs_category_pct	numeric		
excess_vs_index_pct	numeric		
quartile_rank	int4		
category_name	text		
updated_at	timestampz		

Figura 5.8: Esquema de las tablas de portfolios en Supabase.

risk_ratings		risk_metrics	
♂ ◆ id	uuid	♂ ◆ id	uuid
◆ asset_id	uuid	◆ asset_id	uuid
◆ time_horizon	text	◆ metric_type	text
◆ as_of_date	date	◆ time_horizon	text
◆ rating_stars	int4	◆ as_of_date	date
◆ return_rating	text	◆ value	numeric
◆ risk_rating	text	◆ updated_at	timestampz
◆ updated_at	timestampz	regression_metrics	
fund_docs		♂ ◆ id	uuid
♂ ◆ id	uuid	◆ asset_id	uuid
◆ content	text	◆ benchmark_type	text
◆ metadata	jsonb	◆ benchmark_name	text
◆ embedding	vector	◆ as_of_date	date
		◆ alpha	numeric
		◆ beta	numeric
		◆ r_squared	numeric
		◆ treynor_ratio	numeric
		◆ updated_at	timestampz

Figura 5.9: Esquema de la tabla risks y metricas en Supabase.

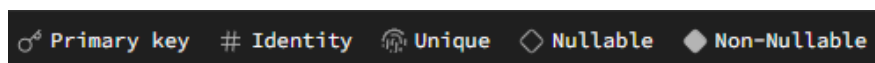


Figura 5.10: Índice de símbolos para las tablas de Supabase.

### 5.3. Relaciones entre Tablas

Las relaciones del modelo siguen el esquema esperado de un sistema financiero. La tabla funds es referenciada por fund\_metrics, fund\_prices, fund\_allocations y fund\_holdings mediante claves foráneas sobre fund\_id. Las tablas de usuario (profiles, subscriptions, portfolios) referencian la tabla auth.users de Supabase Auth mediante el campo user\_id. La tabla transactions referencia a portfolios mediante portfolio\_id.

## 5.4. Gestión del Ciclo de Vida de los Datos

El sistema distingue entre fondos *seeded* (marcados con `is_seeded = true`) y fondos ingestados bajo demanda. Los fondos *seeded* forman el catálogo permanente de la plataforma y nunca expiran; los fondos bajo demanda tienen un TTL de siete días controlado por el campo `expires_at`. Esta distinción permite mantener un catálogo estable de fondos de referencia mientras se da soporte a la exploración dinámica de cualquier fondo del universo de Morningstar. Las actualizaciones de datos se producen automáticamente cuando un usuario solicita un fondo cuya fecha `fetches_at` supera el umbral de frescura configurado.

# Capítulo 6

## Sistema de Pagos y Monetización

### 6.1. Modelo Freemium

El modelo de monetización de Fundscout sigue el esquema *freemium*: las funcionalidades básicas de información y análisis son accesibles para cualquier usuario registrado de forma gratuita, mientras que las herramientas de análisis avanzado, las cuales requieren mayor capacidad de cómputo y ofrecen mayor valor diferencial, están reservadas para suscriptores de pago. Esta elección responde a dos objetivos complementarios: maximizar la base de usuarios al eliminar la fricción económica inicial, y garantizar la sostenibilidad del servicio con los usuarios de mayor compromiso.

El nivel gratuito comprende el ranking de fondos, la búsqueda y comparación de fondos, el detalle completo de cualquier fondo (métricas, composición, precios históricos) y el panel de noticias. El nivel premium añade la gestión de carteras, el asistente de inteligencia artificial, la simulación de Monte Carlo y el optimizador de carteras. La diferenciación de funcionalidades se aplica de forma coherente en ambas capas de la aplicación: en el *frontend*, el componente `PremiumRoute` redirige a la página de suscripción cuando un usuario no premium intenta acceder a una ruta premium; en el *backend*, el decorador `@require_premium` devuelve un error HTTP 403 cuando un usuario no premium llama a los *endpoints* de simulación u optimización.

### 6.2. Integración con Stripe

#### 6.2.1. Flujo de Checkout

El proceso de suscripción se inicia cuando el usuario hace clic en el botón de actualización a premium desde cualquier punto de la aplicación. El *frontend* envía una petición `POST /api/stripe/create-checkout-session` al *backend* con el identificador de precio

(mensual o anual), el identificador de usuario de Supabase y su correo electrónico. El *backend* consulta Supabase para determinar si el usuario ya tiene un cliente de Stripe asociado; si no es así, crea uno nuevo mediante la API de Stripe. A continuación, crea una sesión de *checkout* configurada con las URLs de redirección en caso de éxito (`/checkout/success`) o cancelación (`/checkout/cancel`), y devuelve la URL de la sesión al *frontend*. Esta sesión permite redirigir al usuario a una interfaz de pago segura alojada por Stripe, evitando la exposición directa de datos sensibles en el backend. El navegador del usuario es redirigido automáticamente a dicha página, donde introduce sus datos de tarjeta en un entorno certificado PCI-DSS.

### 6.2.2. Webhooks y Actualización de Estado

La sincronización entre el estado de Stripe y el sistema interno se realiza mediante el endpoint `POST /api/stripe/webhook`, encargado de procesar los eventos asíncronos enviados por Stripe. Entre los eventos gestionados se incluyen `checkout.session.completed`, `customer.subscription.created` y `.updated`, `.deleted`, `invoice.paid` y `.payment_failed`.

La autenticidad de los eventos recibidos se garantiza mediante la verificación de la firma HMAC incluida en las cabeceras de cada webhook, utilizando la clave secreta proporcionada por Stripe. Este mecanismo permite validar la integridad del mensaje y prevenir posibles ataques de suplantación. Una vez superada la verificación, el backend extrae los datos relevantes y actualiza la tabla `subscriptions` de Supabase. Paralelamente, actualiza el campo `is_premium = true` en la tabla `profiles` del usuario correspondiente. El evento `customer.subscription.deleted` establece `is_premium = false` al producirse la cancelación efectiva, mientras que `invoice.payment_failed` permite gestionar situaciones de impago. Un mecanismo de idempotencia basado en el identificador de evento de Stripe previene el procesamiento duplicado de eventos.

### 6.2.3. Portal de Cliente

Fundscout expone el portal de cliente de Stripe (`GET /api/stripe/customer-portal`), que permite al usuario gestionar su suscripción (incluyendo cambiar de plan, actualizar el método de pago o cancelar la suscripción) directamente en la interfaz de Stripe, sin necesidad de implementar esta lógica en la plataforma.

## 6.3. Gestión del Estado Premium

El estado de suscripción del usuario se expone al *frontend* a través del contexto `SubscriptionContext`, que consulta el endpoint `GET /api/subscription/status?user_id={id}` al iniciar la sesión y cada vez que la ruta de navegación cambia. La respuesta incluye el

estado de la suscripción, el nivel (`monthly/annual`), la fecha de fin del período vigente y si hay cancelación programada. Esta información se utiliza para adaptar la interfaz de usuario (mostrar el plan actual en la barra lateral, mostrar la fecha de expiración en la página de suscripción, etc.) y para controlar el acceso a las funcionalidades premium.

En conjunto, este diseño desacopla completamente la lógica de pagos del resto del sistema, permitiendo una gestión robusta, segura y escalable de las suscripciones, así como una sincronización consistente entre el proveedor externo y la base de datos interna.

# Capítulo 7

## Seguridad y Buenas Prácticas

### 7.1. Gestión de Claves y Variables de Entorno

Las credenciales y claves sensibles no se almacenan en el código fuente del repositorio, sino que se gestionan exclusivamente mediante **variables de entorno**, con el objetivo de garantizar la seguridad del sistema. Entre estas credenciales se incluyen, entre otras, la clave de acceso a **Supabase**, la clave privada de **Stripe**, la clave secreta de verificación de webhooks y la clave de API de **Gemini**.

En el entorno de desarrollo local, dichas variables se cargan desde archivos de configuración como `.env` y `.env.local`, los cuales están explícitamente excluidos del control de versiones mediante el archivo `.gitignore`, evitando así su exposición en el repositorio.

En el entorno de producción, desplegado sobre **Google Cloud Run**, las variables de entorno se inyectan de forma segura a través de la configuración del servicio, sin quedar incorporadas en la imagen Docker ni ser accesibles desde el código fuente. Este enfoque permite desacoplar la gestión de secretos de la lógica de la aplicación y reduce significativamente el riesgo de filtración de credenciales.

### 7.2. Validación de Entradas

El *backend* incorpora un mecanismo sistemático de **validación de parámetros de entrada** en todos los endpoints, con el objetivo de garantizar la robustez y fiabilidad del sistema. En cada solicitud se verifica la presencia de los campos obligatorios, la adecuación de los tipos de datos y el cumplimiento de los rangos permitidos para determinados parámetros. Por ejemplo, se establecen límites superiores en operaciones intensivas en cómputo, como el número de simulaciones (máximo 50.000) o el número de artículos de noticias a recuperar (máximo 50), con el fin de evitar sobrecargas

innecesarias.

Adicionalmente, se implementa una política de **limitación de tasa** (*rate limiting*) mediante la librería `Flask-Limiter`, que restringe el número de peticiones que un cliente puede realizar en un intervalo de tiempo determinado. Esta medida resulta especialmente relevante en endpoints computacionalmente costosos (como los de búsqueda o simulación), donde permite mitigar el riesgo de abuso por parte de clientes automatizados y garantizar la disponibilidad del servicio.

### 7.3. Control de Acceso

El control de acceso al sistema se implementa mediante un enfoque en dos niveles, que combina mecanismos en el frontend y en el backend para garantizar una protección robusta. En el *frontend*, los componentes `ProtectedRoute` y `PremiumRoute` restringen la navegación a determinadas rutas, impidiendo el acceso a usuarios no autenticados o sin suscripción activa, respectivamente, y mejorando la experiencia de usuario al evitar accesos inválidos.

No obstante, la lógica de autorización crítica se sitúa en el *backend*. En particular, el decorador `@require_premium` protege los *endpoints* sensibles verificando el estado de suscripción del usuario directamente contra la base de datos. Este enfoque evita confiar en cualquier información proporcionada por el cliente, que podría ser manipulada.

Esta arquitectura sigue el principio de **defensa en profundidad** (*defense in depth*), donde múltiples capas de control actúan de forma complementaria. De este modo, aunque un usuario intente eludir las restricciones del *frontend*, no podrá acceder a funcionalidades protegidas sin cumplir los requisitos de autorización validados en el servidor.

### 7.4. Seguridad en Webhooks

La verificación de los webhooks de **Stripe** se realiza mediante la función `stripe.Webhook.construct_event` que valida la firma criptográfica **HMAC-SHA256** incluida en la cabecera de la petición a partir del cuerpo recibido y la clave secreta del webhook. Este mecanismo permite garantizar la autenticidad e integridad de los eventos, asegurando que han sido generados legítimamente por Stripe y no han sido alterados durante la transmisión.

En caso de que la firma no sea válida, la petición es rechazada automáticamente con un código de estado **HTTP 400**, evitando así el procesamiento de eventos no confiables. Esta validación resulta crítica para prevenir ataques de suplantación o inyección de

eventos fraudulentos que podrían derivar, por ejemplo, en la concesión indebida de acceso a funcionalidades premium.

## 7.5. Seguridad en Base de Datos

Supabase implementa mecanismos de **Row Level Security (RLS)** a nivel de **PostgreSQL**, lo que permite definir políticas de acceso directamente sobre las tablas de la base de datos. Este enfoque habilita un control granular a nivel de fila (*row-level*), de modo que cada usuario autenticado únicamente puede acceder (tanto en lectura como en escritura) a aquellos registros que le pertenecen, como sus carteras, transacciones o datos de perfil.

Estas políticas se definen mediante expresiones SQL que se evalúan automáticamente en cada consulta, utilizando el identificador del usuario autenticado (habitualmente a través de *JWT claims*). Por ejemplo, una política típica restringe el acceso a aquellas filas cuyo campo `user_id` coincide con el identificador del usuario que realiza la petición. De este modo, incluso si un cliente intentara manipular manualmente las consultas o los identificadores, la base de datos actuaría como última capa de control, bloqueando cualquier acceso no autorizado.

Por otro lado, las operaciones realizadas desde el backend se ejecutan utilizando la clave de servicio de Supabase (`service_role`), que dispone de permisos elevados y permite eludir las restricciones impuestas por las políticas RLS. Esta capacidad es necesaria para llevar a cabo operaciones internas del sistema, como procesos de ingestión de datos o actualizaciones globales. Sin embargo, dicha clave se gestiona exclusivamente en el entorno servidor y nunca se expone en el frontend ni en el código cliente.

# Capítulo 8

## Frontend y Experiencia de Usuario

### 8.1. Estructura de la Interfaz

La interfaz de Fundscout adopta un patrón de diseño propio de aplicaciones de gestión. Una vez el usuario se registra, accede a la pantalla de ranking, donde se encuentra con una **barra lateral persistente** que actúa como elemento principal de navegación. El componente `Sidebar.tsx` centraliza el acceso a las distintas secciones de la plataforma, mostrando de forma contextual información relevante del usuario activo, como su nombre, correo electrónico y plan de suscripción vigente. Asimismo, incorpora indicadores visuales que permiten distinguir de manera clara las funcionalidades premium. El diseño es **responsive**, adaptándose a distintos tamaños de pantalla. En dispositivos con menor resolución, la barra lateral puede colapsarse para optimizar el espacio disponible y priorizar el contenido principal, manteniendo en todo momento la accesibilidad a la navegación. Además, el usuario puede volver a la landing page en cualquier momento pinchando encima del logo de Fundscout.

Cada sección de la aplicación sigue una estructura visual homogénea, lo que favorece la consistencia y la usabilidad. Esta estructura incluye una cabecera con título y descripción, tarjetas de resumen (**StatCard**) que destacan métricas clave, y un componente principal de visualización de datos (habitualmente una tabla o un gráfico). En aquellas secciones orientadas al análisis, se incorporan además paneles laterales o módulos adicionales para la configuración de parámetros o la visualización de información detallada.

Desde el punto de vista visual, la interfaz se apoya en un sistema de diseño coherente implementado mediante **Tailwind CSS** [24], que define de forma sistemática colores, tipografía y espaciado. Se ha optado por una paleta de tonos oscuros, alineada con la estética habitual de las plataformas financieras profesionales, lo que contribuye a mejorar la legibilidad y la percepción de sofisticación de la herramienta. Además, muchos

elementos están animados y son interactivos para darle un toque más profesional y detallista.

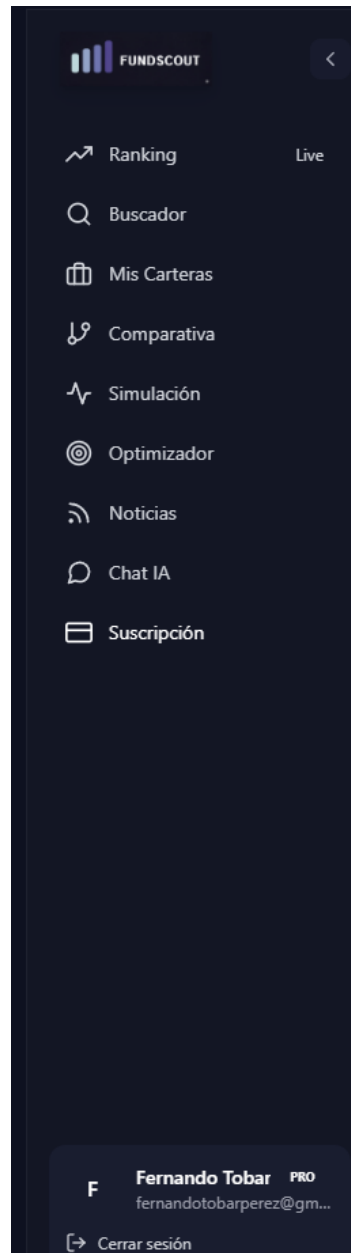


Figura 8.1: Barra lateral de navegación en estado expandido.



Figura 8.2: Barra lateral de navegación en estado colapsado.

## 8.2. Conexión con el Backend

La comunicación entre el *frontend* y el *backend* se gestiona de forma centralizada mediante servicios basados en **Axios**, configurados con una URL base común. Este enfoque permite estandarizar las peticiones HTTP y facilita el mantenimiento del código.

En las operaciones que requieren autenticación, el sistema incluye el **token JWT** de la sesión de Supabase en la cabecera de autorización de cada petición, siguiendo el esquema `Authorization: Bearer {token}`. De este modo, el backend puede identificar al usuario y aplicar las políticas de acceso correspondientes.

El estado de suscripción del usuario se gestiona mediante el contexto `SubscriptionContext`, que se inicializa durante el montaje de la aplicación y se actualiza automáticamente para reflejar cambios sin necesidad de reiniciar la sesión. Esto permite mantener sincronizada la interfaz con el estado real del usuario en todo momento.

Adicionalmente, se emplean *hooks* personalizados, como `usePortfolios`, `usePortfolioPositions` y `usePortfolioMetrics`, que encapsulan la lógica de acceso a los datos de Supabase relacionados con las carteras. Esta abstracción permite separar las responsabilidades de

acceso a datos y presentación, favoreciendo la reutilización de código y una arquitectura más modular.

### 8.3. Diseño del Paywall

El sistema de monetización se implementa mediante un **paywall no intrusivo**, diseñado para integrarse de forma natural en la experiencia de usuario. Cuando un usuario sin suscripción accede directamente a una ruta restringida, el componente `PremiumRoute` redirige automáticamente a la página de suscripción.

Por otro lado, cuando un usuario intenta ejecutar una acción premium desde una sección accesible, como por ejemplo, añadir un fondo a la cartera desde el ranking, se muestra el componente `UpgradeModal`. Este modal presenta de forma clara las ventajas de la suscripción premium e incluye un acceso directo al proceso de pago (*checkout*).

Este enfoque permite maximizar la visibilidad de las funcionalidades premium sin interrumpir de forma agresiva la navegación del usuario, manteniendo un equilibrio entre conversión y experiencia de uso.

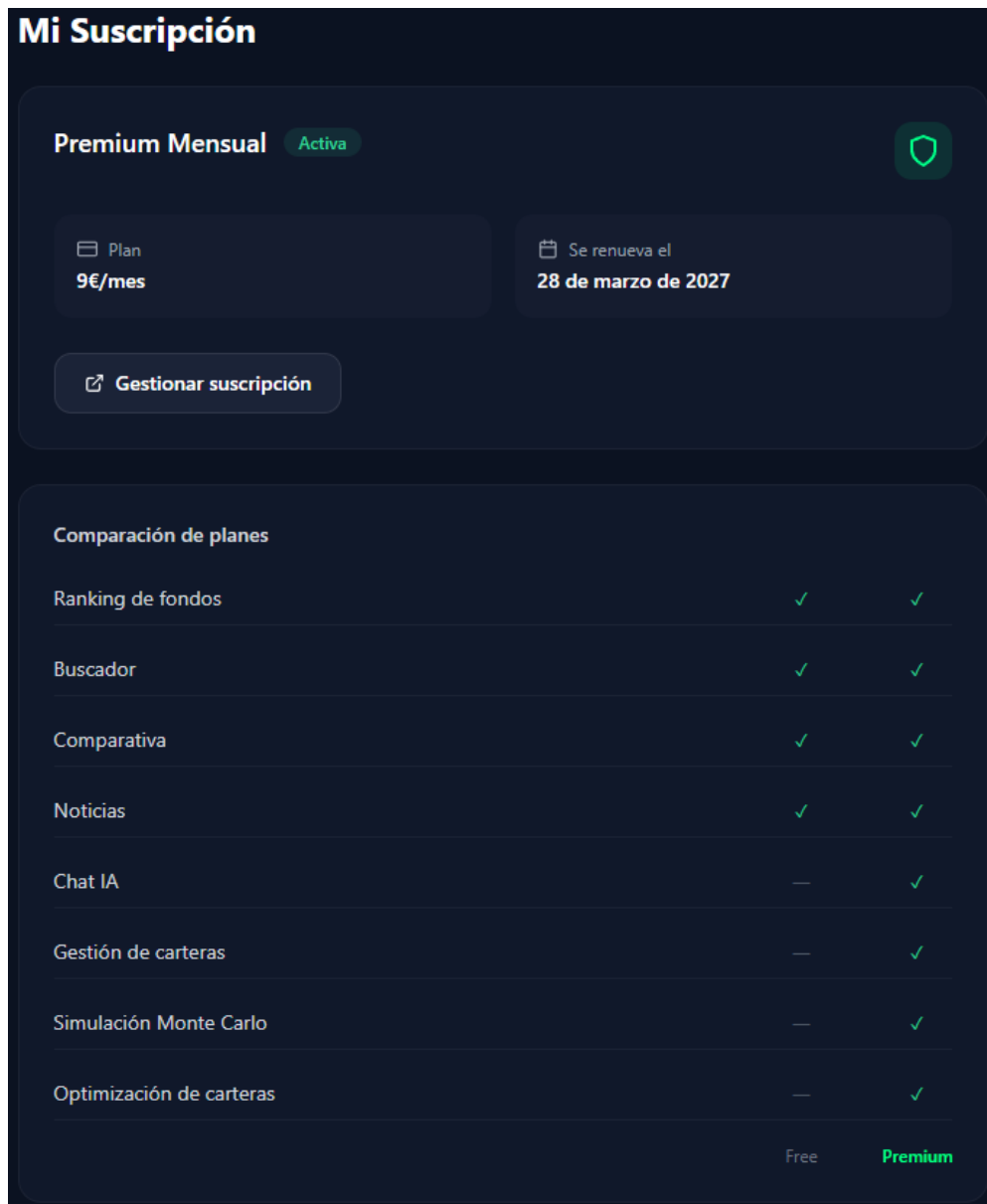


Figura 8.3: Página de suscripción — estado activo del plan Premium Mensual (9€/mes) y comparativa de funcionalidades disponibles en los planes Free y Premium.

## 8.4. Experiencia de Usuario en Funcionalidades Clave

En la página de búsqueda, se implementa un sistema de **autocompletado en tiempo real** que mejora la interacción del usuario. Para optimizar el rendimiento y evitar un número excesivo de peticiones al backend, se aplica una técnica de *debounce*, que introduce un pequeño retraso antes de lanzar la consulta tras la introducción de texto. Aunque en la práctica puede tardar unos pocos segundos, funciona muy bien y es muy intuitivo.

Por su parte, el optimizador de carteras se apoya en una interfaz guiada que expone los parámetros más relevantes (como la aversión al riesgo o el *turnover* máximo) mediante valores por defecto razonables y elementos de ayuda contextual (*tooltips*), facilitando su comprensión incluso para usuarios no expertos.

Los resultados de la simulación de Monte Carlo se presentan mediante tres visualizaciones complementarias que facilitan su interpretación: un **gráfico de abanico**, que muestra la evolución temporal de la incertidumbre; un **histograma de resultados finales**, que permite analizar la distribución de posibles escenarios; y una **tabla de estadísticos resumen**, que facilita la comparación numérica entre alternativas.

# Capítulo 9

## Modelo de Negocio

### 9.1. Propuesta de Valor

FundScout se posiciona como una plataforma *online* orientada a facilitar la toma de decisiones de inversión en fondos mediante la visualización y análisis de información financiera relevante en un único entorno. La propuesta de valor se fundamenta en la reducción de cuatro fricciones principales presentes en el proceso de inversión minorista: la fragmentación de la información, la dificultad de comparación entre alternativas, la escasa personalización y la complejidad técnica asociada a la interpretación de métricas financieras.

A diferencia de los portales tradicionales, el valor de FundScout reside en el enfoque *end-to-end* que permite posicionar la plataforma no como una herramienta puntual, sino como un apoyo continuo en la gestión de inversiones. FundScout no se limita a una fase concreta del proceso de inversión, sino que cubre de forma integral las distintas etapas: descubrimiento de fondos, análisis comparativo, evaluación de riesgos, construcción de cartera y seguimiento. La principal ventaja es que la suma de todos los módulos incorporados mejora la experiencia de usuario, reduciendo la fricción del análisis de fondos y ahorrando tiempo.

La propuesta de valor se articula en torno a cuatro ejes diferenciadores:

1. **Transparencia y amplitud de datos.** FundScout presenta una gran variedad de fondos con un elevado nivel de transparencia. En un contexto donde la confianza es un factor determinante en la toma de decisiones financieras, la plataforma apuesta por la claridad en la visualización, la trazabilidad de la información y la ausencia de conflictos de interés, reforzando su credibilidad frente al usuario.
2. **Personalización.** La plataforma ofrece un considerable nivel de personalización,

permitiendo adaptar la experiencia al perfil, objetivos y preferencias de inversión de cada usuario.

3. **Sencillez e inteligencia artificial.** La interfaz está diseñada para facilitar la navegación y la interpretación de métricas financieras complejas. El asistente de inteligencia artificial integrado actúa no como una funcionalidad adicional, sino como elemento central de la experiencia de usuario: sirve de intérprete entre el lenguaje técnico financiero y el usuario, permitiendo comprender métricas complejas, resolver dudas específicas y guiar el proceso de análisis de forma personalizada.
4. **Herramientas cuantitativas avanzadas.** La integración de funcionalidades como simulaciones de Monte Carlo, optimización de carteras y análisis *X-Ray* pone a disposición de inversores no profesionales metodologías cuantitativas avanzadas sin necesidad de conocimientos técnicos profundos, permitiendo obtener una visión más completa del comportamiento esperado de sus inversiones.

Esta propuesta se articula bajo un modelo *freemium*, donde el acceso gratuito permite descubrir el valor básico del producto (búsqueda, comparación, *ranking*), mientras que las funcionalidades avanzadas se reservan para el plan *premium*. En definitiva, FundScout no es solo una herramienta de información, sino que facilita activamente la toma de decisiones.

## 9.2. Adquisición de Usuarios, Conversión a *Freemium* y Plan de Marketing

### 9.2.1. Justificación del Modelo *Freemium*

Se seleccionó un modelo *freemium* sobre un enfoque de prueba gratuita pura basándose en los *benchmarks* de la Encuesta de Conversión 2026 de ChartMogul/Growth Unhinged/ProductLed [13], el estudio de tasas de conversión de FirstPageSage [14], el análisis de modelos basados en uso de Lucid [15] y los *benchmarks* SaaS de Artisan Growth Strategies [16]. Las tres razones estratégicas son:

- **Efectos de red y enriquecimiento de datos:** los usuarios gratuitos generan datos de comportamiento (búsquedas de fondos, listas de vigilancia, comparaciones) que mejoran el motor de recomendación de la plataforma para todos los usuarios.
- **Barrera de entrada más baja:** los productos *fintech* enfrentan barreras de confianza significativas. Permitir que los usuarios exploren la funcionalidad principal sin pago reduce la fricción y acelera la adquisición orgánica.

- Educación del mercado:** muchos inversores minoristas no están familiarizados con las herramientas de análisis de fondos. El nivel gratuito sirve como puerta de entrada educativa que construye sofisticación en el usuario y luego impulsa la conversión *premium*.

El informe ChartMogul/Growth Unhinged muestra que los modelos *freemium* generan una tasa de visitante a registro del 9% en promedio, frente al 4,5% de las pruebas gratuitas, aunque a costa de una tasa de conversión de gratuito a pago algo inferior [13].

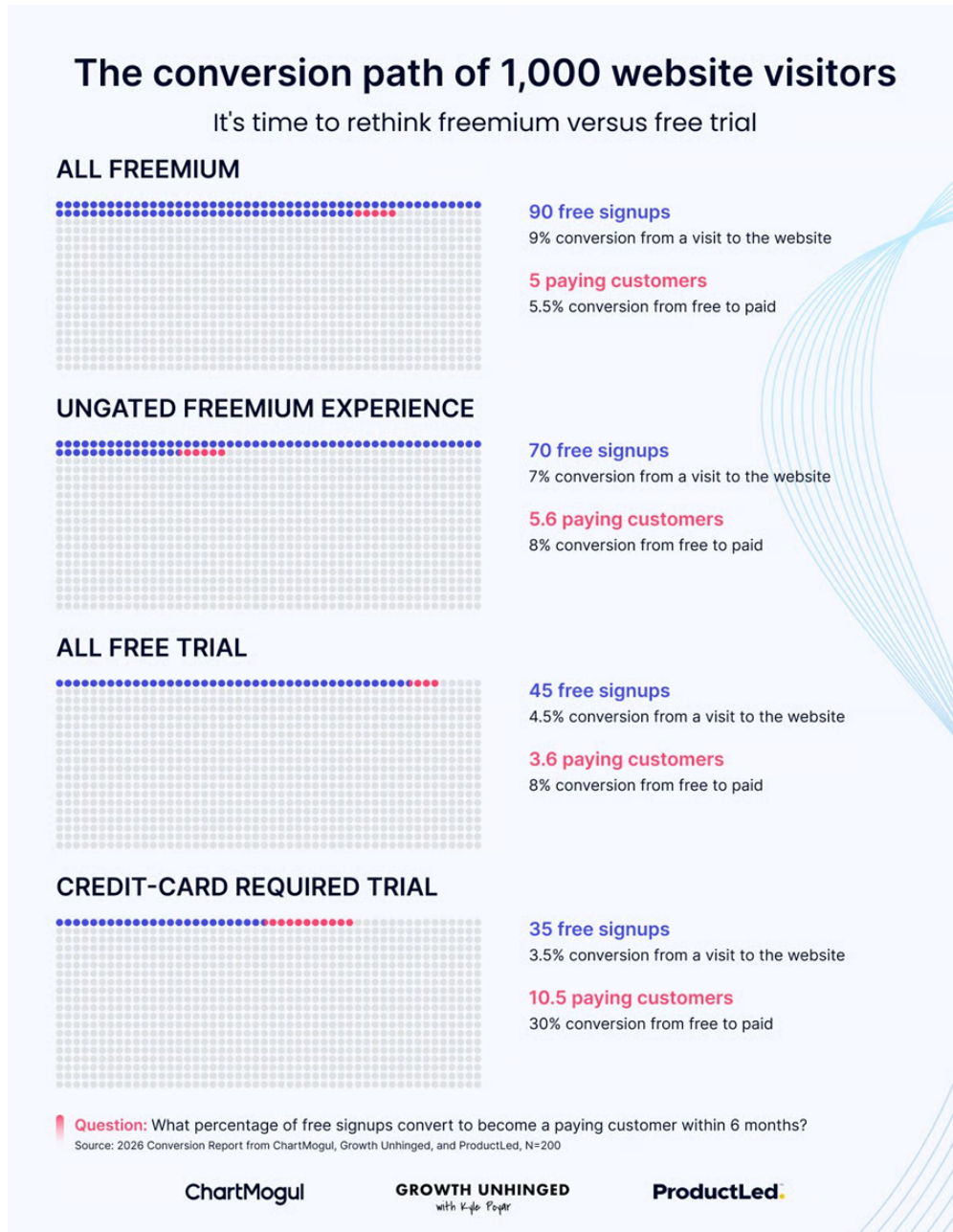


Figura 9.1: Ruta de conversión de 1.000 visitantes en cuatro modelos de adquisición. Fuente: Informe de Conversión 2026, ChartMogul, Growth Unhinged y ProductLed [13].

Como muestra la Figura 9.1, el modelo “Todo Freemium” genera 90 registros gratuitos por 1.000 visitantes (9% de conversión visitante a gratuito) con 5 clientes pagos (5,5% de conversión gratuito a pago). La “Experiencia Freemium Sin Restricciones” logra 70 registros (7%) pero una conversión del 8% a pago, resultando en 5,6 clientes pagos. FundScout adopta un supuesto combinado informado por estos *benchmarks*.

### 9.2.2. Benchmarks Empíricos de Tasa de Conversión

El Informe de Conversión 2026 de Poyar [13], con una muestra de 200 productos de software, encontró una tasa mediana de conversión de gratuito a pago del 8%. La distribución está sesgada a la derecha: el 25% de los productos *freemium* se convierten al 0-2,5%, mientras que una cola significativa reporta tasas superiores al 25%.



Figura 9.2: Distribución de tasas de conversión de gratuito a pago en 200 productos SaaS. Mediana = 8%. Fuente: Informe de Conversión 2026, ChartMogul, Growth Unhinged y ProductLed [13].

El informe de FirstPageSage [14], basado en datos de más de 80 clientes SaaS entre 2021 y 2025, proporciona tasas específicas por industria. La Tabla 9.1 recoge una selección de verticales representativas.

Cuadro 9.1: Benchmarks de conversión *freemium* en verticales SaaS seleccionadas. Fuente: FirstPageSage, 2024 [14].

Industria	Visitante → Freemium	Freemium → Pago	Visitante → Pago
Finanzas/Fintech	13,5 %	3,7 %	0,50 %
Educación/EdTech	13,9 %	2,6 %	0,36 %
CRM	12,8 %	3,4 %	0,44 %
Legal/LegalTech	13,8 %	5,7 %	0,79 %
RegTech	14,2 %	5,8 %	0,82 %

En particular, la vertical *fintech* presenta una tasa visitante a *freemium* del 13,5 % y una tasa *freemium* a pago del 3,7 %, alineándose con el promedio de todas las industrias. Adicionalmente, el análisis de Campbell [15] identifica que los modelos *freemium* basados en uso, donde el nivel gratuito impone umbrales claros (por ejemplo, número de simulaciones de cartera por mes), logran tasas de conversión del 8–10 %, significativamente superiores al 3,7 % del *freemium* tradicional. Esto justifica la elección de un modelo basado en uso para FundScout.

### 9.2.3. Supuestos de Conversión Adoptados

Sintetizando la evidencia anterior, se adoptan las siguientes tasas de conversión para el modelo:

Cuadro 9.2: Supuestos de conversión del embudo de adquisición.

Etapas del Embudo	Tasa	Justificación
Visitante → Registro gratuito	7,0 %	Conservadora frente al 13,5 % de <i>fintech</i> (FirstPageSage); más cercana al 7 % del modelo <i>freemium</i> sin restricciones.
Gratuito → Pago (meses 1–3)	4,0 %	Por encima del <i>freemium</i> tradicional (3,7 %) gracias al control basado en uso, pero por debajo del 8–10 % para reflejar la madurez temprana del producto.
Gratuito → Pago (meses 4–12)	6,5 %	Las mejoras del producto y la optimización del <i>onboarding</i> deben elevar la conversión hacia la mediana del 8 % a lo largo del tiempo.

### 9.2.4. Proyección del Embudo de Adquisición a 12 Meses

El modelo asume una trayectoria mensual de visitantes únicos con un crecimiento del 20 % mensual partiendo de 1.200 visitantes en el mes 1, reflejando una rampa realista para una *fintech* en etapa inicial en Europa. La proyección resultante es de **3.325**

usuarios gratuitos acumulados y 208 clientes de pago acumulados al cierre del mes 12, ampliamente consistente con los *benchmarks* de Artisan Growth Strategies [16] para SaaS B2B/B2C con crecimiento de tráfico impulsado por contenidos.

EMBUDO DE CONVERSIÓN MENSUAL					
i	Visitantes	Registros Gratuitos	Acum. Gratuitos	Nuevos Pagos	Acum. Pagos
	1.200	84	84	3,4	3,4
	1.440	101	185	4,0	7,4
	1.728	121	306	4,8	12,2
	2.074	145	451	9,4	21,7
	2.488	174	625	11,3	33,0
	2.986	209	834	13,6	46,6
	3.583	251	1.085	16,3	62,9
	4.300	301	1.386	19,6	82,4
	5.160	361	1.747	23,5	105,9
	6.192	433	2.181	28,2	134,1
	7.430	520	2.701	33,8	167,9
	8.916	624	3.325	40,6	208,5

Figura 9.3: Proyección del embudo de adquisición a 12 meses. Meses 1–3: tasa gratuito a pago del 4,0%; meses 4–12: 6,5%. Tasa visitante a registro gratuito: 7,0% constante. Fuente: elaboración propia.

Adicionalmente, se contempla la implementación de un plan anual con descuento equivalente a dos mensualidades (18€), lo que mejora la percepción de valor, optimiza el flujo de caja y reduce la tasa de abandono (*churn*), aumentando así el valor de vida del cliente (*LTV*). Se prevén también promociones limitadas para los primeros usuarios *premium*. Ninguno de estos elementos se incluye en el cálculo base para mantener la comparabilidad con los *benchmarks* de referencia.

### 9.2.5. Plan de Marketing y Estrategia de Canales

El plan de marketing prioriza los canales con el CAC más bajo y la mayor alineación de intención para una audiencia *fintech*. El presupuesto de marketing total para el Año 1 se establece en un máximo de 10.000€, bajo tres principios fundamentales:

1. **Prioridad al coste cero y orgánico:** todas las herramientas de pago se sustituyen, siempre que sea posible, por alternativas gratuitas o de bajo coste (Google Analytics 4, Canva, Brevo, Google Search Console).
2. **Concentración en SEO/contenidos:** es el único canal que acumula valor con el tiempo y cuyo coste marginal decrece con el uso. Proporciona el mayor retorno a largo plazo.

3. **Afiliados y *partnerships* en modelo CPA:** sin coste fijo; únicamente se paga cuando se produce una conversión a pago, eliminando el riesgo de gasto sin resultados.

PRESUPUESTO POR CANAL Y TRIMESTRE						
Canal	Herramienta / Acción concreta	T1 M1-3	T2 M4-6	T3 M7-9	T4 M10-12	TOTAL
SEO / Contenidos	Subtotal SEO Ahrefs (plan Lite, €119/mes)	€357,00	€357,00	€357,00	€357,00	€1.428,00
	Subtotal Google Ads	€450,00	€450,00	€450,00	€450,00	€1.800,00
Redes sociales	Ads (sponsored posts)	€600,00	€600,00	€600,00	€600,00	€2.400,00
	Breve (plan Starter hasta 20K emails, €7/mes)	€21,00	€21,00	€21,00	€21,00	€84,00
	Automatizaciones NBN (plan Starter €20/mes)	€20,00	€20,00	€20,00	€20,00	€80,00
Email / Ciclo de Vida	Subtotal Email	€41,00	€41,00	€41,00	€41,00	€164,00
	Comisiones afiliados (€9/registro pago)	€15,63	€15,63	€15,63	€15,63	€62,54
<b>TOTAL PRESUPUESTO ANUAL</b>		<b>5.854,540 €</b>				

Figura 9.4: Asignación del presupuesto de marketing por canal para el Año 1. Fuente: elaboración propia.

Los canales seleccionados se justifican del siguiente modo. **SEO/Contenidos** recibe la mayor asignación porque la investigación *fintech* es un dominio de búsqueda de cola larga y alta intención; los activos de contenido se acumulan con el tiempo, reduciendo el coste marginal de adquisición en meses posteriores. **Google Ads** captura la demanda inmediata con un rango de CPC de 1,20–2,50€ en términos *fintech* europeos. **Redes sociales** (LinkedIn, X e Instagram) apoyan la construcción de marca orgánica y la creación de comunidad. **Partnerships y afiliados** aprovechan las audiencias establecidas de blogs financieros, canales de YouTube y boletines *fintech* en un modelo CPA. **Email y automatizaciones** constituyen la palanca principal para mover usuarios de gratuito a pago. Finalmente, la presencia en **eventos, ferias y podcasts** del sector aporta visibilidad, credibilidad y *feedback* de primera mano.

### GEO: posicionamiento en motores de respuesta basados en IA

Junto al SEO tradicional, está emergiendo una nueva dimensión del posicionamiento digital conocida como **GEO** (*Generative Engine Optimization*). Este concepto hace referencia a la optimización de la presencia de una plataforma para que pueda ser recomendada por motores de respuesta basados en inteligencia artificial, como ChatGPT, Perplexity, Google AI Overviews o Copilot. En el caso de FundScout, el objetivo sería que estos sistemas mencionaran la herramienta cuando un usuario plantee consultas como: “¿qué plataforma puedo utilizar para analizar fondos de inversión?” o “¿cuál es la mejor aplicación para comparar ETFs en España?”.

La principal diferencia respecto al SEO convencional es que, mientras este busca mejorar la posición de una página web en los resultados de búsqueda, el GEO aspira a que el producto aparezca integrado dentro de la propia respuesta generada por la IA. Para ello, resulta fundamental que los modelos identifiquen la plataforma como una fuente fiable, relevante y fácilmente interpretable. Estos sistemas tienden a apoyarse

en contenidos bien estructurados, menciones externas, comparativas especializadas y señales de autoridad procedentes de fuentes reconocidas.

En este sentido, una estrategia de GEO para FundScout debería apoyarse en varias líneas de actuación. En primer lugar, la publicación de contenido riguroso y útil que responda de forma directa a preguntas frecuentes sobre fondos de inversión, ETFs, métricas de rentabilidad, riesgo y comparación de productos financieros. En segundo lugar, la obtención de menciones en blogs, medios y comparativas financieras con credibilidad dentro del sector. En tercer lugar, la presencia en plataformas de descubrimiento y evaluación de software, como Product Hunt, G2 o Capterra, que pueden actuar como fuentes de referencia para los modelos generativos. Por último, la implementación de datos estructurados (*schema markup*) permitiría a los sistemas de IA clasificar mejor la naturaleza del producto, sus funcionalidades y su público objetivo.

A largo plazo, una estrategia de contenidos que combine SEO tradicional y GEO puede convertirse en un canal de adquisición especialmente atractivo para FundScout. Aunque requiere una inversión inicial en creación de contenido, reputación digital y estructuración técnica de la información, su coste marginal tiende a reducirse con el tiempo, al tiempo que aumenta la probabilidad de captar usuarios de forma orgánica en entornos de búsqueda cada vez más mediados por inteligencia artificial.

### 9.2.6. Análisis del Coste de Adquisición de Clientes (CAC)

El CAC se calcula como el gasto total de marketing dividido por el número de nuevos clientes pagos adquiridos en el período:

$$\text{CAC} = \frac{\text{Gasto total de marketing}}{\text{Nuevos clientes pagos}} = \frac{5,854,54 e}{208} \approx 28,10 e/\text{cliente} \quad (9.1)$$

🔑 COSTE DE ADQUISICIÓN (CAC) POR CANAL				
Canal	Gasto Año 1	% Adquisición	Pagos Estimados	CAC Canal
SEO / Contenidos	€1.428,00	20%	41,7	€34,25
Google Ads (Search)	€1.800,00	25%	52,1	€34,54
Redes Sociales	€2.400,00	30%	62,5	€38,38
Email / Ciclo de Vida	€164,00	10%	20,8	€7,87
Partnerships/Afiliados	€62,54	10%	20,8	€3,00
Eventos y Podcasts	€0,00	5%	10,4	€0,00
<b>TOTAL</b>	<b>€5.854,54</b>	<b>100%</b>	<b>208,5</b>	<b>€28,08</b>

Figura 9.5: CAC estimado por canal de marketing. El CAC de email/ciclo de vida representa su contribución a la conversión de usuarios adquiridos a través de otros canales. Fuente: elaboración propia.

La viabilidad del modelo de adquisición depende de la relación entre el CAC y el Valor

de Vida Útil del Cliente (LTV). Usando el ARPU proyectado de 9€/mes y una vida útil media asumida de 18 meses:

$$LTV = 9 e \times 18 = 162 e \quad (9.2)$$

$$\frac{CAC}{LTV} = \frac{28,10}{162} \approx 0,17 \quad (9.3)$$

Una relación CAC/LTV de 0,17 es muy saludable según los estándares SaaS (el objetivo general es inferior a 0,33, con 0,50 considerado aceptable para empresas en etapa temprana), lo que sugiere que el modelo de adquisición es viable con espacio significativo para optimización a medida que la marca madura.

### 9.2.7. Limitaciones

Se deben reconocer varias limitaciones al interpretar estas proyecciones. En primer lugar, el modelo no considera la tasa de abandono mensual (*churn rate*), que para productos SaaS en etapa temprana oscila típicamente entre el 3–5%, por lo que las cifras de clientes pagos acumulados serán inferiores a lo proyectado. En segundo lugar, los *benchmarks* de Poyar (2026) se basan en empresas más maduras que una *startup* pre-ingresos, y los datos de FirstPageSage abarcan predominantemente productos de EE.UU., por lo que la dinámica *fintech* europea puede diferir. Adicionalmente, la rampa de visitantes asume la ejecución exitosa de las estrategias de contenidos y adquisición pagada, sin incorporar estacionalidad ni costes de cumplimiento normativo (MiFID II, DORA). Las iteraciones futuras del modelo deberían incorporar análisis de *churn* por cohortes, pruebas A/B del control *freemium* y modelado de atribución por canal.

## 9.3. Modelo de Viabilidad Económica

### 9.3.1. Objeto del análisis

El presente análisis examina la viabilidad económica de un modelo de negocio digital de tipo *freemium* a partir de las hipótesis y fórmulas contenidas en la hoja de cálculo de análisis. El objetivo es valorar si, con la estructura de costes, precios y tasas de conversión planteadas, el proyecto genera beneficios suficientes en el corto y medio plazo y si presenta creación de valor en un horizonte de cinco años.

### 9.3.2. Resumen ejecutivo

El modelo analizado presenta viabilidad económica en el escenario base. Durante el primer ejercicio se estiman ingresos de **10.659,60€**, frente a costes anuales de **6.530,62€**, lo que genera un beneficio neto de **4.128,98€** y un margen del **38,73 %**. El punto de equilibrio se alcanza con únicamente **61 usuarios de pago**, una cifra reducida respecto al volumen total de usuarios registrados previsto para el primer año. En el horizonte de cinco años, el **VAN asciende a 35.529,51€** y el **beneficio acumulado** se sitúa en **46.671,38€**, lo que sugiere una estructura financiera sostenible.

Cuadro 9.3: Principales indicadores económicos del escenario base

Indicador	Valor
Ingresos Año 1	10.659,60€
Costes Año 1	6.530,62€
Beneficio neto Año 1	4.128,98€
Margen neto Año 1	38,73 %
Punto de equilibrio	61 usuarios de pago
VAN (5 años, WACC 8%)	35.529,51€
Beneficio acumulado 5 años	46.671,38€

### 9.3.3. Metodología y estructura del modelo

El modelo adopta la lógica habitual de un negocio digital de tipo SaaS: a partir de un volumen de tráfico mensual estimado y una tasa de conversión a registro, se obtiene la base de usuarios gratuitos; sobre ella se aplica la tasa de conversión a suscripción de pago para calcular los ingresos recurrentes. Dichos ingresos se contrastan con la estructura de costes para obtener el resultado neto, que se proyecta a cinco años bajo una hipótesis de crecimiento anual del 20 % en ingresos, manteniendo los costes operativos constantes para reflejar el apalancamiento operativo propio de los negocios digitales de bajo coste marginal. El análisis se completa con el cálculo del VAN a una tasa de descuento del 8 % y una matriz de sensibilidad que evalúa el impacto de variaciones simultáneas en el precio de suscripción y en la tasa de conversión.

El escenario base de ingresos parte de una estimación conservadora de **2.000 visitantes mensuales constantes** durante el primer año, lo que resulta en 1.680 usuarios registrados anuales. De forma complementaria, la proyección dinámica del embudo de conversión asume un crecimiento del 20 % mensual en visitantes, partiendo de 1.200 en el mes 1 hasta alcanzar 8.916 en el mes 12; este modelo ilustra la trayectoria de crecimiento del funnel y sirve de base para calcular el CAC por canal. Los supuestos de conversión y precios se han calibrado con los *benchmarks* empíricos de productos SaaS detallados en la sección anterior, y los costes operativos se han estimado a partir de las

tarifas reales de los servicios contratados para el proyecto.

### 9.3.4. Análisis de la estructura de costes

La estructura de costes del proyecto se caracteriza por una elevada ligereza operativa en su componente tecnológico. Los costes fijos de infraestructura y servicios (Supabase, Google Cloud, tokens de IA y dominio) son reducidos en comparación con el gasto comercial. El coste total anual asciende a **6.530,62€**, de los cuales **5.854,54€** corresponden al plan de marketing. Esto implica que la principal palanca de rentabilidad no reside en la reducción de costes técnicos, sino en la eficiencia de adquisición y monetización de usuarios.

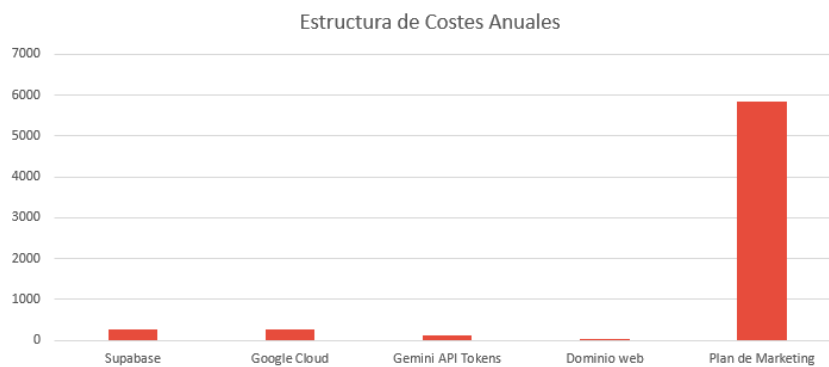


Figura 9.6: Estructura de costes anuales por concepto. Fuente: elaboración propia.

Cuadro 9.4: Desglose de costes anuales

Concepto	Coste anual (€)	Peso sobre total
Plan de Marketing	5.854,54€	89,65 %
Supabase	276,00€	4,23 %
Google Cloud	265,08€	4,06 %
Gemini API Tokens	120,00€	1,84 %
Dominio web	15,00€	0,23 %
<b>Total</b>	<b>6.530,62€</b>	<b>100 %</b>

El modelo es comercialmente intensivo y tecnológicamente ligero: la sostenibilidad financiera depende sobre todo del rendimiento del embudo de captación. Cabe señalar que, a medida que la base de usuarios crezca, los costes de infraestructura (base de datos, tokens de IA) también aumentarán de forma proporcional.

### 9.3.5. Modelo de ingresos y punto de equilibrio

El modelo de ingresos se apoya en un esquema *freemium* en el que la monetización depende de la conversión de usuarios registrados a suscriptores de pago. Para el primer

año se prevén **1.680 usuarios registrados**, de los cuales aproximadamente **98,7 serían usuarios de pago** y **1.581,3** permanecerían en el segmento gratuito. Con un precio mensual de **9€**, el ingreso anual esperado asciende a **10.659,60€**.

El punto de equilibrio se alcanza con **61 usuarios de pago**, lo que representa el **3,63 %** de los usuarios registrados previstos para el año 1. Este resultado sugiere que el umbral mínimo de sostenibilidad es accesible siempre que el proceso comercial mantenga una tasa de conversión próxima a la del escenario base.

Cuadro 9.5: Magnitudes clave del modelo de ingresos del Año 1

Magnitud	Valor	Comentario
Usuarios registrados	1.680	Volumen anual estimado en el escenario base
Usuarios de pago	98,7	Base monetizable del primer ejercicio
ARPU	108,00€	Ingreso medio anual por usuario de pago
Punto de equilibrio	61	Suscriptores necesarios para cubrir costes

### 9.3.6. Plan de marketing y eficiencia comercial

El presupuesto comercial anual asciende a **5.854,54€**, distribuido entre SEO y contenidos, Google Ads, redes sociales, automatización del ciclo de vida y *partnerships* o afiliación.

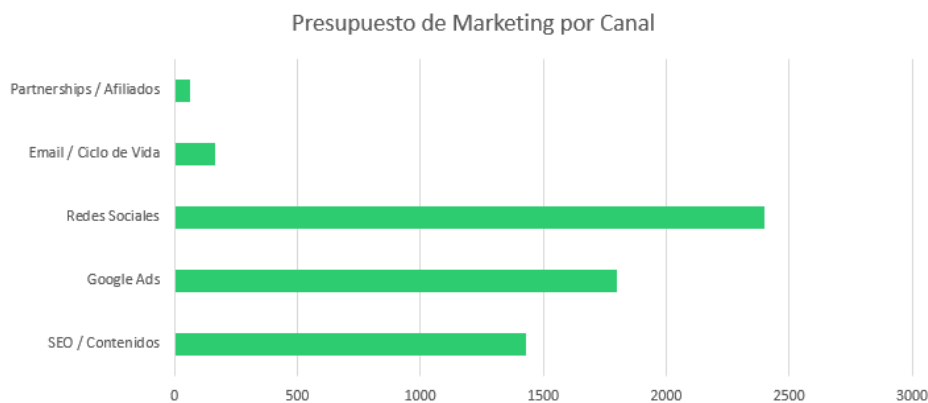


Figura 9.7: Distribución del presupuesto de marketing por canal y CAC estimado. Fuente: elaboración propia.

La lectura conjunta del presupuesto y del CAC muestra que no todos los canales presentan la misma eficiencia. Las acciones de *partnerships* y afiliación muestran el menor coste de adquisición estimado, seguidas por SEO y por las acciones de email y automatización. En cambio, las redes sociales aparecen como el canal más costoso en términos de CAC, lo que aconseja revisar su escalabilidad o su papel estratégico dentro del *mix* de captación.

### 9.3.7. Embudo de conversión y crecimiento comercial

El embudo de conversión mensual refleja un crecimiento acumulativo del tráfico, de los registros gratuitos y de los usuarios de pago. La pendiente ascendente del embudo refuerza la hipótesis de escalabilidad comercial, aunque dicha escalabilidad depende de sostener simultáneamente el crecimiento de visitantes y la eficiencia en la conversión.

A cierre del mes 12, el modelo proyecta aproximadamente **8.916 visitantes** mensuales, **3.325 usuarios gratuitos acumulados** y **208 usuarios de pago acumulados**. Este comportamiento es coherente con una estrategia de adquisición progresiva que combina tráfico, *nurturing* y monetización en un modelo *freemium*.

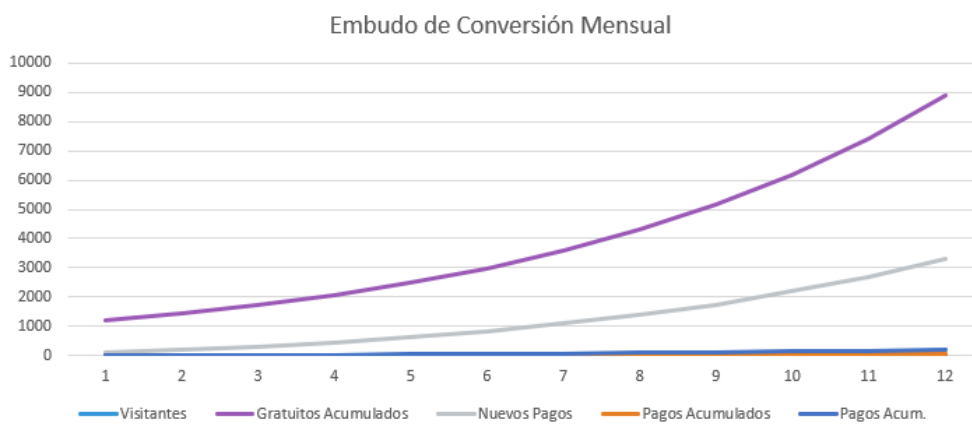


Figura 9.8: Evolución del embudo de conversión mensual a lo largo de los 12 meses del Año 1. Fuente: elaboración propia.

### 9.3.8. Proyección económico-financiera a cinco años

La proyección incorpora una tasa de crecimiento anual del **20%** en usuarios e ingresos, manteniendo constantes los costes anuales. Bajo esta hipótesis, los ingresos evolucionan desde **10.659,60€** en el Año 1 hasta **22.103,75€** en el Año 5, mientras que el beneficio neto pasa de **4.128,98€** a **15.573,13€**, mostrando una trayectoria claramente creciente gracias al apalancamiento operativo.

Cuadro 9.6: Proyección económico-financiera a cinco años

Año	Ingresos (€)	Costes (€)	Benef. neto (€)	Usuarios
Año 1	10.659,60	6.530,62	4.128,98	1.680,0
Año 2	12.791,52	6.530,62	6.260,90	2.016,0
Año 3	15.349,82	6.530,62	8.819,20	2.419,2
Año 4	18.419,79	6.530,62	11.889,17	2.903,0
Año 5	22.103,75	6.530,62	15.573,13	3.483,6

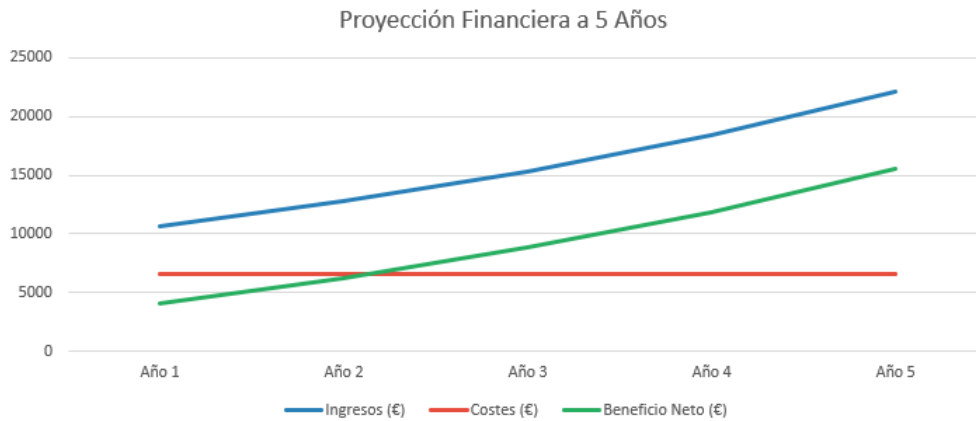


Figura 9.9: Evolución de ingresos, costes y beneficio neto a cinco años. Fuente: elaboración propia.

### 9.3.9. Rentabilidad y creación de valor

El VAN del proyecto, calculado con una tasa de descuento del **8%**, asciende a **35.529,51€**. Este valor positivo indica que el proyecto no solo cubre el coste de oportunidad del capital, sino que además genera valor económico en el horizonte analizado. El beneficio acumulado de **46.671,38€** refuerza esta lectura.

Debe destacarse que el modelo incorpora un **CAPEX inicial nulo**, lo que refleja la naturaleza de los negocios digitales de arranque ligero en los que no existe una inversión en activos fijos significativa: el producto se ha desarrollado con herramientas gratuitas o de bajo coste, y los únicos desembolsos recurrentes son los servicios de infraestructura y el presupuesto de marketing ya recogidos en la estructura de costes. Como consecuencia, la **TIR no es calculable** (devuelve N/A, no cero): matemáticamente, la TIR es la tasa de descuento que hace el VAN igual a cero, pero cuando no existe inversión inicial negativa y todos los flujos son positivos, no existe ningún tipo de descuento que lleve el VAN a cero, lo que hace el indicador indefinido. Esto no resta validez al análisis; simplemente significa que la rentabilidad se evalúa mejor a través del **VAN** y del **margen neto** en cada ejercicio. De forma análoga, el *payback* es inmediato al no haber inversión que recuperar. Si se quisiera incluir el coste de oportunidad del tiempo de desarrollo del promotor como inversión implícita, la TIR resultante sería muy elevada dado el nivel de beneficios proyectados, lo que en cualquier caso reforzaría la conclusión de viabilidad.

### 9.3.10. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad estudia el comportamiento del VAN ante variaciones en dos variables críticas: el **precio mensual de la suscripción** y la **tasa de conversión a**

**pago.** Esta matriz es especialmente útil porque ambas variables condensan gran parte del riesgo comercial del proyecto.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD VAN (Conversión vs Precio)		5	6	7	8	9	10	12	15	18
Conv. \ Precio €										
2%		-18.026	-16.416	-14.806	-13.196	-11.586	-9.976	-6.757	-1.927	2.903
4%		-9.976	-6.757	-3.537	-317	2.903	6.122	12.562	22.221	31.880
5%		-5.952	-1.927	2.098	6.122	10.147	14.172	22.221	34.295	46.369
6%		-1.927	2.903	7.732	12.562	17.391	22.221	31.880	46.369	60.858
7%		2.098	7.732	13.367	19.001	24.636	30.270	41.539	58.443	75.346
8%		6.122	12.562	19.001	25.441	<b>31.880</b>	38.320	51.198	70.517	89.835
10%		14.172	22.221	30.270	38.320	46.369	54.418	70.517	94.665	118.813
12%		22.221	31.880	41.539	51.198	60.858	70.517	89.835	118.813	147.790
15%		34.295	46.369	58.443	70.517	82.591	94.665	118.813	155.034	191.256

Figura 9.10: Matriz de sensibilidad del VAN a cinco años en función de la tasa de conversión y el precio mensual. Fuente: elaboración propia.

La lectura de la matriz permite extraer tres conclusiones. En primer lugar, con precios bajos y conversiones reducidas, el proyecto puede entrar en zona de VAN negativo. En segundo lugar, incrementos moderados en cualquiera de las dos variables elevan de forma notable el VAN. En tercer lugar, el escenario base, situado en torno a una conversión del **5,875 %** y un precio de **9€/mes**, se ubica en la zona positiva, aunque no en los valores máximos posibles. Por tanto, el modelo presenta margen de seguridad, pero también espacio claro de mejora a través de optimización comercial o revisión del *pricing*.

### 9.3.11. Supuestos clave y limitaciones

Todo análisis de viabilidad depende de la robustez de sus hipótesis. Los supuestos principales del modelo son los siguientes:

Cuadro 9.7: Supuestos clave del modelo de viabilidad económica

Supuesto	Valor base	Unidad
Visitas mensuales (modelo ingresos, plano)	2.000	visitas/mes
Visitas iniciales (modelo embudo, mes 1)	1.200	visitas/mes
Crecimiento visitantes (modelo embudo)	20,00	%/mes
Tasa de registro	7,00	%
Conversión <i>freemium</i> → <i>premium</i> (M1–3)	4,00	%
Conversión <i>freemium</i> → <i>premium</i> (M4–12)	6,50	%
Precio mensual	9,00	€/mes
Crecimiento anual de ingresos (5 años)	20,00	%
WACC	8,00	%
CAPEX	0,00	€
TIR	N/A	(CAPEX nulo ⇒ indefinida)

Entre las principales limitaciones del modelo destacan las siguientes. En primer lugar, el mantenimiento de costes constantes durante los cinco años simplifica el análisis

y probablemente infravalora ciertos incrementos operativos (infraestructura, soporte) asociados al crecimiento de la base de usuarios; sin embargo, la naturaleza digital del negocio y el apalancamiento del SEO acumulado justifican que los costes de captación no escalen proporcionalmente a los ingresos. En segundo lugar, el modelo base de ingresos asume tráfico constante (2.000 visitas/mes) mientras que el modelo de embudo refleja crecimiento mensual; esta dualidad es una simplificación consciente que permite establecer un suelo conservador de rentabilidad (modelo de ingresos) y a la vez ilustrar la dinámica de conversión del *funnel* (modelo de embudo). En tercer lugar, el modelo no incorpora una tasa de abandono (*churn*) explícita, lo que sobreestima ligeramente la base de suscriptores activos en los años 2-5; en la práctica, una tasa de *churn* mensual del 3-5 %, habitual en SaaS de etapa temprana, reduciría el beneficio neto pero no alteraría la conclusión de viabilidad dado el amplio margen existente. Por último, la monetización depende fuertemente de la eficacia del embudo comercial; pequeñas desviaciones en captación o retención pueden alterar materialmente la rentabilidad, aspecto que el análisis de sensibilidad recoge de forma explícita.

### 9.3.12. Conclusiones

A la vista de los resultados, el proyecto puede considerarse económicamente viable en el escenario base. La estructura de costes es contenida, el punto de equilibrio es bajo en comparación con el tamaño de la base registrada prevista y la proyección quinquenal muestra una senda creciente tanto en ingresos como en beneficios. El VAN positivo confirma la capacidad del proyecto para generar valor.

Desde una óptica de gestión, la principal recomendación es centrar los esfuerzos en dos frentes: **mejorar la eficiencia de adquisición de usuarios y proteger la tasa de conversión a pago**. El negocio parece menos limitado por su estructura tecnológica que por su capacidad de ejecutar una estrategia comercial eficiente. En consecuencia, el éxito económico del proyecto dependerá, sobre todo, de la calidad del embudo de conversión, del aprendizaje sobre *pricing* y de la asignación óptima del presupuesto entre canales.

## 9.4. Validación

La validación de la propuesta de valor se ha conducido siguiendo los principios del *método Lean Startup* desarrollado por Eric Ries [17]. Este enfoque metodológico propone construir un producto mínimo viable (MVP), medir su aceptación con usuarios reales y aprender de los resultados obtenidos para iterar de forma continua hacia un producto que resuelva un problema genuino de mercado. El ciclo fundamental del método, conocido como *Build-Measure-Learn*, sitúa la validación empírica en el centro del proceso de

desarrollo: antes de comprometer recursos significativos en nuevas funcionalidades, resulta imprescindible contrastar las hipótesis de negocio con datos reales de usuarios potenciales. En este sentido, la encuesta de validación que se describe a continuación constituye una pieza clave del proceso: permite verificar si la propuesta de valor, las funcionalidades priorizadas y el modelo de monetización son percibidos como valiosos por el público objetivo [17].

Con el objetivo de validar la propuesta de valor y las principales decisiones de diseño de la plataforma, se llevó a cabo una encuesta dirigida a usuarios potenciales. La muestra final está compuesta por **52 respuestas válidas**. A continuación se presentan los principales resultados obtenidos, junto con su interpretación desde el punto de vista de la validación del proyecto, ilustrados en las Figuras 9.11–9.20.

### Perfil de los encuestados

La mayoría de los participantes pertenece al rango de edad de 18 a 25 años, con un 65,4% de la muestra. El segundo grupo más representado es el de 25 a 34 años (15,4%), y el resto de respuestas se distribuye entre los tramos de 35 a 44, 45 a 54 y 55 años o más. Este resultado confirma que el público inicial de la aplicación se concentra principalmente en usuarios jóvenes, probablemente familiarizados con herramientas digitales y con un interés creciente por la inversión.

En cuanto al nivel de conocimientos financieros, el 44,2% declara tener un nivel medio, el 42,3% un nivel básico y el 13,5% un nivel avanzado (Figura 9.11). Este dato es especialmente relevante para la validación del proyecto, ya que muestra que la aplicación no debe orientarse exclusivamente a usuarios expertos, sino a personas con interés en fondos, ETFs y conceptos financieros que todavía necesitan una interfaz clara, visual y fácil de interpretar.

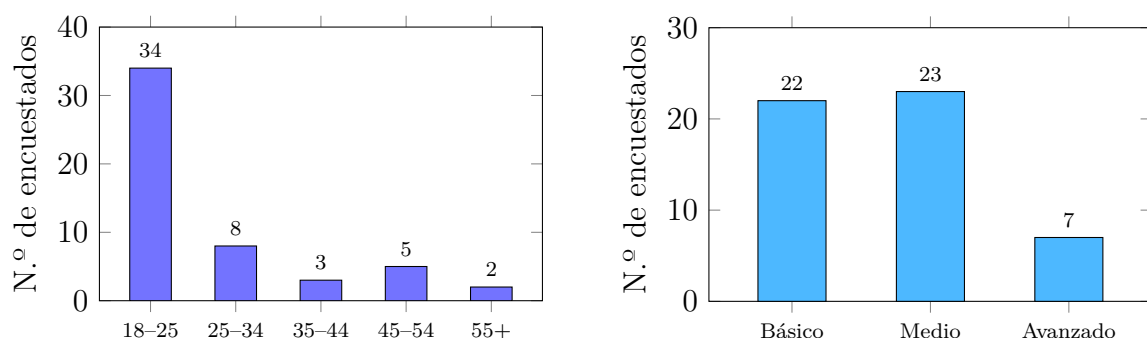


Figura 9.11: Perfil de los encuestados ( $n = 52$ ): distribución por rango de edad (izquierda) y por nivel de conocimientos financieros (derecha). Fuente: elaboración propia.

## Comportamiento inversor actual

El 59,6 % de los encuestados afirma invertir actualmente en fondos de inversión o ETFs, ya sea de forma habitual (32,7 %) u ocasional (26,9 %). Además, un 25 % no invierte todavía, pero muestra interés en hacerlo, y solo el 15,4 % no invierte ni manifiesta interés directo (Figura 9.12, izquierda). Este dato valida la existencia de un mercado potencial amplio: no solo hay usuarios actuales que podrían mejorar sus herramientas de análisis, sino también usuarios interesados que podrían utilizar la aplicación como puerta de entrada a la inversión.

La frecuencia actual de revisión de inversiones muestra un comportamiento dividido (Figura 9.12, derecha). El 48,1 % revisa sus inversiones semanalmente o varias veces al mes, mientras que un 34,6 % lo hace cada pocos meses o casi nunca. Esto indica que la aplicación debe servir tanto a usuarios activos, que necesitan métricas y seguimiento recurrente, como a usuarios menos constantes, que requieren una experiencia sencilla y elementos que faciliten el hábito de revisión.

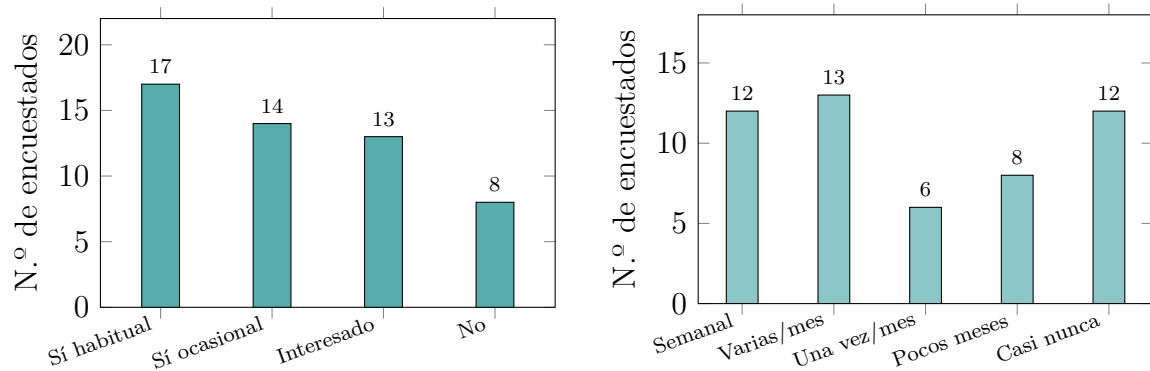


Figura 9.12: Comportamiento inversor ( $n = 52$ ): situación inversora actual (izquierda) y frecuencia de revisión de las inversiones (derecha). Fuente: elaboración propia.

## Problema y herramientas actuales

Respecto a las herramientas utilizadas actualmente para analizar fondos, la opción más frecuente son las webs financieras como Morningstar o Investing.com, mencionadas por el 46,2 % de los encuestados (Figura 9.13, arriba). Sin embargo, un 38,5 % afirma que no realiza ningún análisis, lo que pone de manifiesto una oportunidad clara para una herramienta que simplifique el proceso. También aparecen el Excel propio, la información del banco y, de forma minoritaria, la IA u otras herramientas especializadas.

Las principales dificultades al analizar fondos son la información demasiado técnica (50 %), la falta de comparativas claras (46,2 %) y la ausencia de una herramienta que convenza al usuario (36,5 %). También destacan las herramientas caras y la falta de métricas de riesgo (Figura 9.13, abajo). Estos resultados validan directamente la

propuesta de valor de FundScout: los usuarios no reclaman únicamente más información, sino una forma más clara, comparable y accesible de interpretarla.

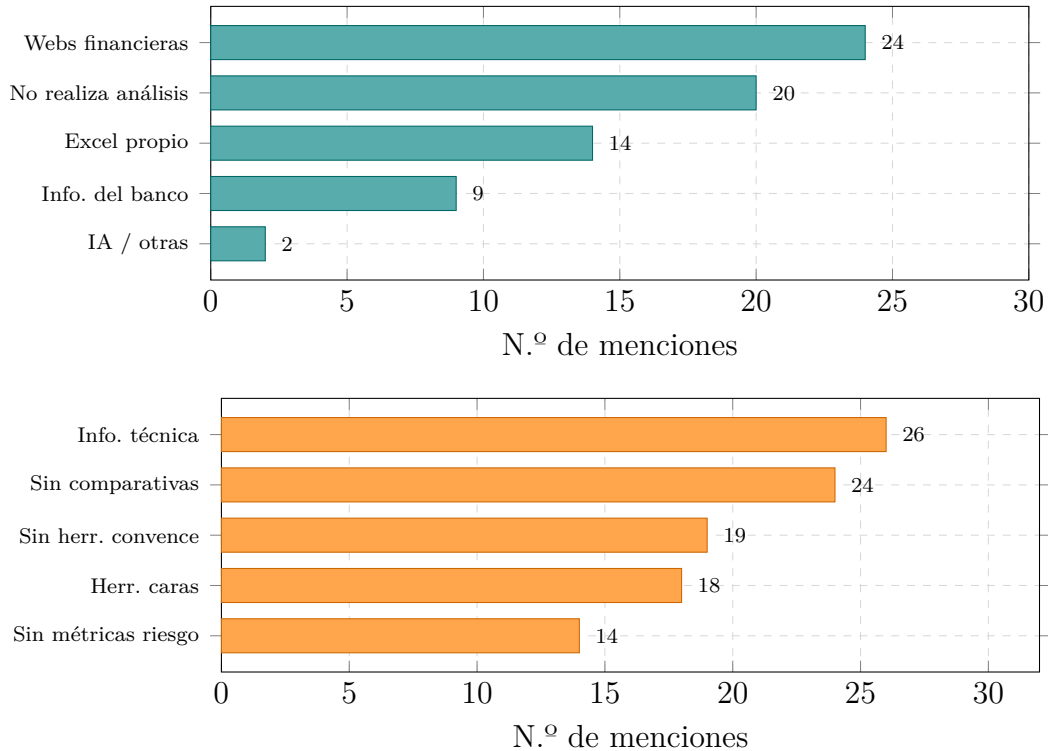


Figura 9.13: Herramientas utilizadas actualmente (arriba) y dificultades encontradas al analizar fondos (abajo), ambas de respuesta múltiple ( $n = 52$ ). Fuente: elaboración propia.

## Utilidad percibida y valoración de funcionalidades

El 100% de los encuestados que respondió a esta pregunta considera que una aplicación con estas características sería útil o muy útil: el 60,8% la califica como muy útil y el 39,2% como útil (Figura 9.14, izquierda). Este resultado constituye una validación fuerte del problema y de la propuesta general, ya que no existe rechazo explícito a la utilidad de la solución.

En la valoración de funcionalidades, la más apreciada es el análisis sencillo y visual, con una media de 4,71 sobre 5. Le siguen la simulación de carteras (4,51), la comparación de fondos con métricas (4,49), los gráficos históricos (4,35) y el chat de IA (4,31). El seguimiento de acciones obtiene una valoración positiva, aunque algo inferior (4,10), mientras que el seguimiento de criptomonedas es la funcionalidad menos valorada (3,10). Estos resultados, recogidos en la Figura 9.15, sugieren que el núcleo de la aplicación debe centrarse en el análisis visual, la comparación de fondos, la simulación de carteras y el apoyo mediante IA, dejando las criptomonedas como una posible funcionalidad secundaria o futura.

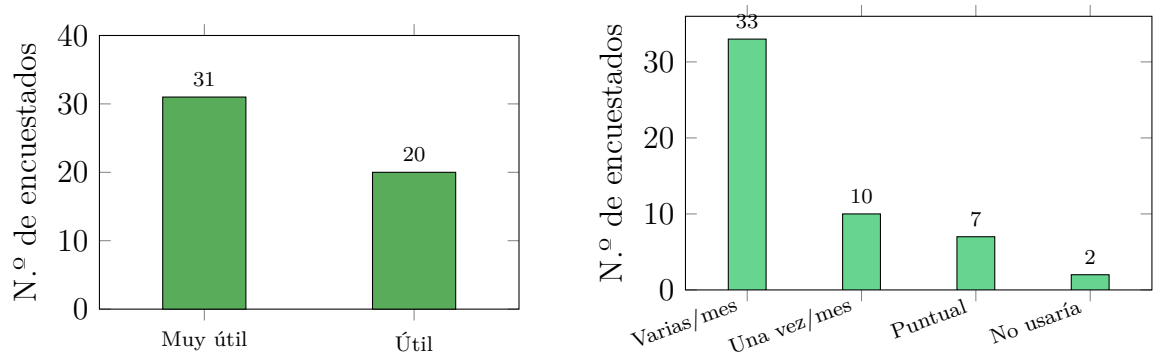


Figura 9.14: Utilidad percibida de la aplicación (izquierda) y frecuencia de uso esperada (derecha) ( $n = 52$ ). Fuente: elaboración propia.

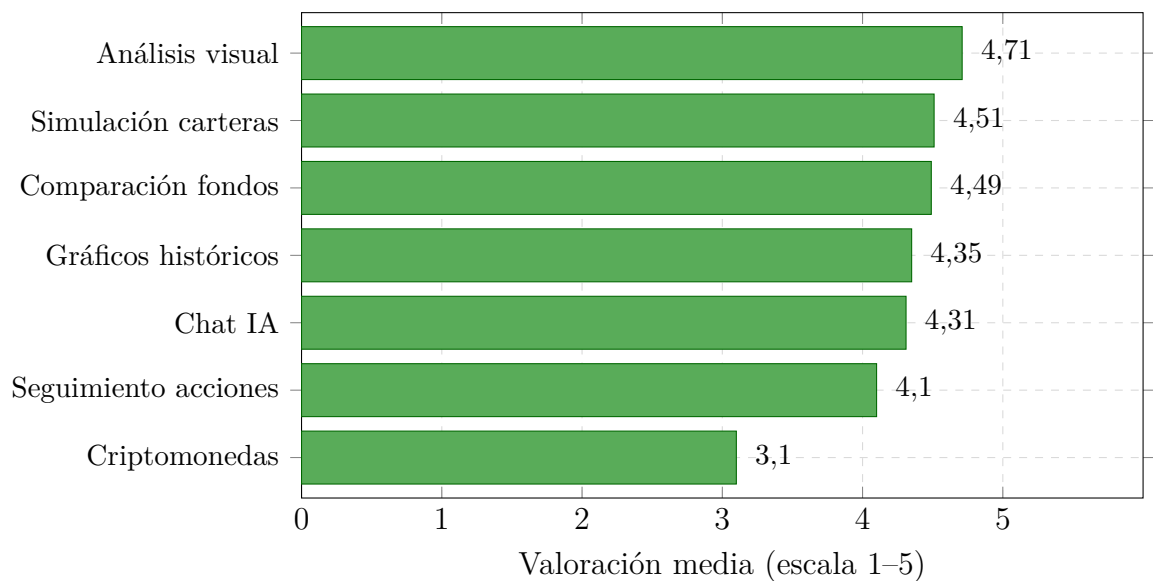


Figura 9.15: Valoración media de las funcionalidades de la aplicación (escala 1-5,  $n = 49$ ). Fuente: elaboración propia.

### Uso esperado y formato de la aplicación

El 63,5 % de los encuestados afirma que usaría una herramienta así varias veces al mes, y un 19,2 % la usaría una vez al mes (Figura 9.14, derecha). En conjunto, el 82,7 % prevé un uso mensual o superior. Este dato valida no solo el interés inicial, sino también la posibilidad de uso recurrente, aspecto clave para una plataforma basada en seguimiento financiero.

Respecto al formato preferido, el 76,9 % de los encuestados prefiere que la aplicación esté disponible tanto en versión web como en aplicación móvil; solo el 13,5 % prefiere únicamente app móvil y el 9,6 % únicamente web (Figura 9.16, izquierda). Este resultado apoya una estrategia multiplataforma, aunque para una primera versión puede ser

razonable priorizar la web si permite desarrollar antes las funcionalidades principales y validar el producto con menor coste.

## Monetización

La disposición a pagar presenta un resultado más matizado (Figura 9.16, derecha). El 19,2% afirma que sí pagaría por una versión avanzada, mientras que el 65,4% responde “tal vez” y el 15,4% indica que no pagaría. Aunque el porcentaje de usuarios dispuestos a pagar de forma inmediata no es mayoritario, el elevado porcentaje de respuestas intermedias indica que existe margen de conversión si la propuesta premium demuestra valor real.

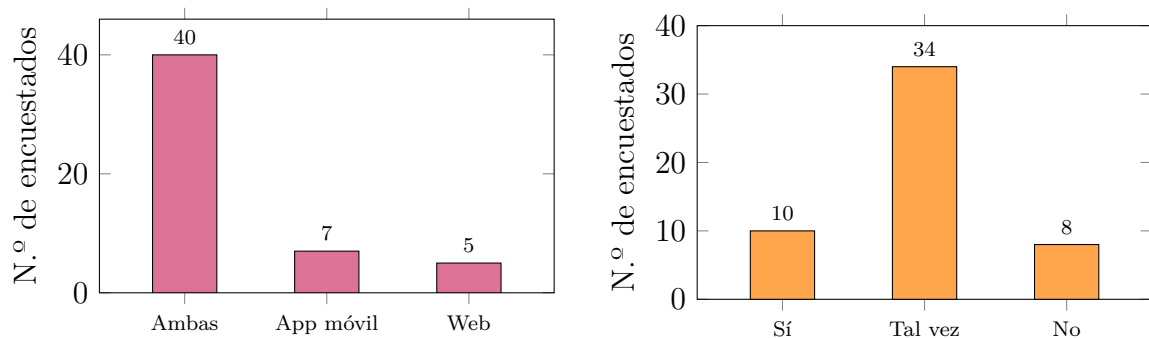


Figura 9.16: Formato preferido de la aplicación (izquierda) y disposición a pagar por una versión premium (derecha) ( $n = 52$ ). Fuente: elaboración propia.

En cuanto al precio mensual razonable, las opciones más repetidas son menos de 5 €, entre 5 y 7 € y entre 7 y 10 €, todas con un 23,1% de las respuestas (Figura 9.17, izquierda). Un 17,3% declara que no pagaría, mientras que solo un 9,6% aceptaría un precio entre 10 y 15 €. Esto sugiere que la estrategia de monetización debería ser prudente, basada probablemente en un modelo *freemium* con una suscripción premium asequible; el rango más defendible para una primera versión se situaría entre 5 y 10 € mensuales, siempre que las funcionalidades premium generen una percepción clara de retorno.

El 59,6% de los encuestados preferiría un plan anual con descuento y un 34,6% se muestra indiferente; solo el 5,8% rechaza esta opción. Esto valida la conveniencia de ofrecer una suscripción anual como alternativa, especialmente para mejorar la retención y anticipar ingresos. Sobre el descuento necesario, la respuesta más frecuente es el 20% (26% de las respuestas válidas), seguida de descuentos del 25% y del 30% (16% cada uno), como muestra la Figura 9.17 (derecha). El descuento anual debe, por tanto, ser perceptible para resultar atractivo, situándose probablemente entre el 20% y el 30%.

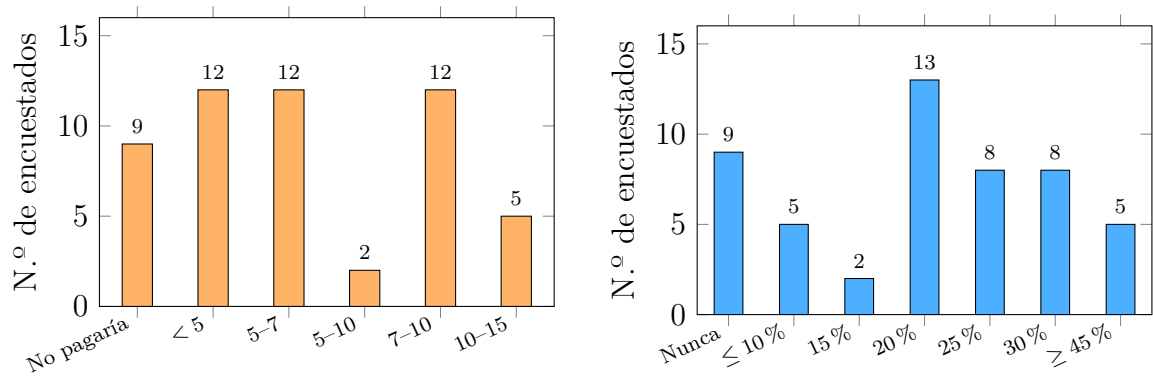


Figura 9.17: Precio mensual considerado razonable en euros (izquierda) y descuento mínimo exigido para contratar el plan anual (derecha). Fuente: elaboración propia.

## Competencia y cambio de herramienta

El 75 % de los encuestados no utiliza actualmente ninguna herramienta de pago para inversiones (Figura 9.18, izquierda). Este dato confirma que el principal reto no será solo competir con otras plataformas, sino convencer a usuarios acostumbrados a soluciones gratuitas de que una herramienta premium puede aportarles valor suficiente.

Ante la posibilidad de una alternativa más barata y clara, el 38,5 % cambiaría directamente y el 55,8 % lo haría dependiendo de las funcionalidades; solo el 5,8 % no cambiaría (Figura 9.18, derecha). Esto refuerza la oportunidad competitiva de FundScout: el mercado no parece cerrado, pero el cambio dependerá de que la aplicación sea realmente más clara, útil y completa que las alternativas actuales.

Respecto a los competidores, 30 de los 52 encuestados no identifican ningún competidor concreto. Entre las respuestas abiertas, Morningstar es la alternativa más mencionada, seguida de Investing.com o Investing Pro, Trade Republic, TIKR, MyInvestor, los bancos y el propio Excel (Figura 9.19). Este resultado muestra que no existe una única herramienta dominante en la mente del usuario, lo que abre una oportunidad de posicionamiento para una plataforma especializada en comparación y análisis visual de fondos.

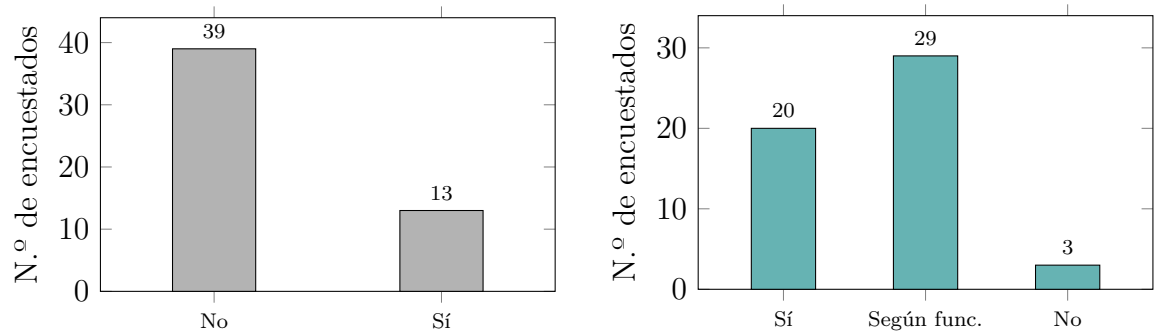


Figura 9.18: Uso actual de herramientas de pago (izquierda) y disposición a cambiar ante una alternativa más barata y clara (derecha) ( $n = 52$ ). Fuente: elaboración propia.

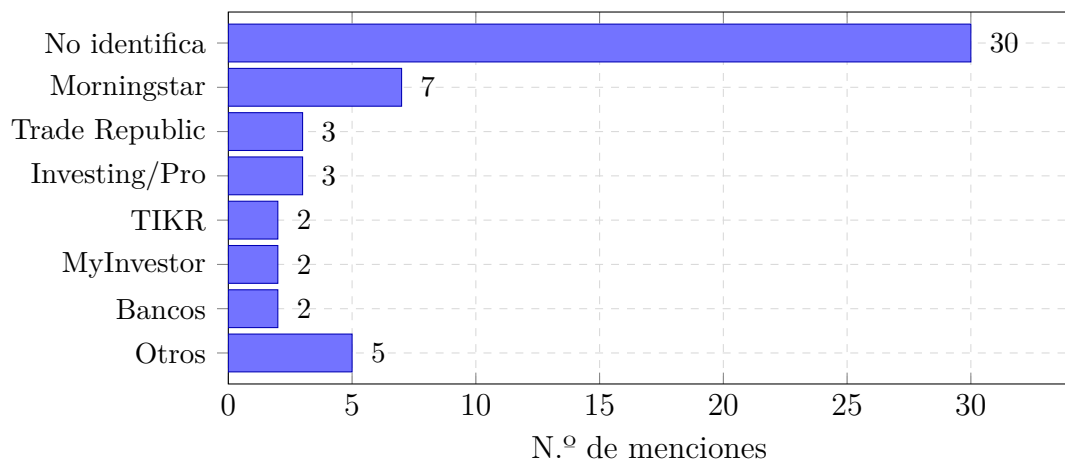


Figura 9.19: Competidores identificados por los encuestados en respuesta abierta, agrupados por menciones e incluyendo la categoría “No identifica competidor claro” ( $n = 52$ ). Fuente: elaboración propia.

## Recomendación y crecimiento

El 43,1% de los encuestados recomendaría directamente una aplicación así, mientras que el 39,2% respondería “tal vez”. Un 17,3% la recomendaría únicamente si existiera una recompensa por referidos (Figura 9.20). Este resultado sugiere que la recomendación orgánica puede existir, pero que un programa de referidos podría acelerar el crecimiento, especialmente entre usuarios jóvenes y perfiles que comparten herramientas financieras con su entorno.

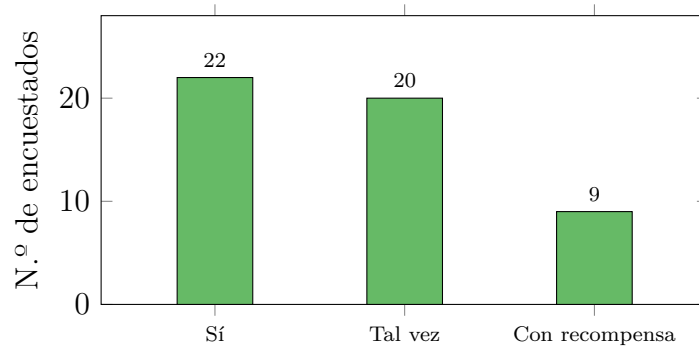


Figura 9.20: Disposición a recomendar la aplicación a otras personas ( $n = 51$ ). Fuente: elaboración propia.

### Comentarios cualitativos

Los comentarios abiertos aportan dos ideas relevantes, resumidas en la Tabla 9.8. En primer lugar, un encuestado señala que el mensaje comercial debería centrarse menos en listar funcionalidades y más en demostrar el retorno que obtiene el usuario al utilizar la aplicación; esta observación desplaza el enfoque desde “qué hace la app” hacia “qué valor económico o de decisión genera”. En segundo lugar, otro participante pide mayor claridad sobre cómo usar los agentes de IA y cómo podrían integrarse en el proceso de inversión, lo que apunta a la necesidad de diseñar flujos guiados, explicaciones claras y una integración de la IA que no sea solo decorativa, sino útil dentro del proceso de análisis.

Cuadro 9.8: Principales *insights* extraídos de los comentarios cualitativos de la encuesta.

Tema	Insight y línea de acción
<b>Mensaje de valor (ROI)</b>	El discurso comercial debe demostrar el retorno económico y de decisión que aporta la app, no solo enumerar funcionalidades.
<b>Integración de la IA</b>	El usuario pide flujos guiados y explicaciones claras sobre cómo usar los agentes de IA dentro del proceso de inversión, evitando una integración meramente decorativa.

### Conclusión de la validación

En conjunto, los resultados de la encuesta validan la existencia de una necesidad real: los usuarios consideran útil una herramienta que simplifique el análisis de fondos, permita comparar alternativas, visualice métricas de forma clara y facilite la toma de decisiones. La validación es especialmente fuerte en utilidad percibida, frecuencia esperada de uso y valoración de las funcionalidades principales. No obstante, la monetización debe

abordarse con cautela, ya que muchos usuarios no pagan actualmente por herramientas de inversión. Por ello, el modelo más adecuado parece ser una estrategia *freemium*, donde la versión gratuita permita generar hábito y confianza, y la versión premium se justifique mediante funcionalidades avanzadas como la simulación de carteras, el análisis visual, las comparativas y las herramientas de IA con valor práctico.

# Capítulo 10

## Conclusiones y Líneas Futuras

### 10.1. Valor del Proyecto

Fundscout representa el desarrollo completo de un producto de software financiero viable, desde la concepción hasta el despliegue en producción. El proyecto integra en una sola plataforma capacidades que habitualmente están dispersas entre múltiples herramientas: datos de mercado en tiempo cuasi-real, análisis cuantitativo avanzado, optimización de carteras, simulación estocástica y monetización integrada. La arquitectura adoptada, con despliegue contenerizado en Cloud Run y base de datos administrada en Supabase, garantiza una alta disponibilidad y escalabilidad horizontal sin la complejidad operativa de gestionar infraestructura propia.

Desde el punto de vista académico, el proyecto cubre de forma aplicada un amplio espectro de conocimientos propios de la ingeniería: desarrollo *full-stack* con tecnologías modernas, diseño de bases de datos relacionales, modelado financiero (optimización de carteras de Markowitz, simulación de Monte Carlo), integración de APIs externas, automatización de extracción de datos y diseño de sistemas de pago. La combinación de rigor técnico y aplicación real en un dominio de alto valor añadido como las finanzas constituye el principal aporte diferencial del trabajo.

El uso de tecnologías emergentes y herramientas basadas en inteligencia artificial ha desempeñado un papel clave en el desarrollo del proyecto. Tradicionalmente, la implementación de una solución de estas características requeriría meses de trabajo por parte de un equipo de desarrolladores; sin embargo, el acceso a recursos avanzados y plataformas de apoyo ha permitido acelerar significativamente el proceso de desarrollo. Esta circunstancia pone de manifiesto el impacto transformador de la IA en la ingeniería del software, al facilitar la prototipación rápida y reducir las barreras de entrada para la creación de productos complejos.

En última instancia, el principal valor del proyecto reside en la transformación de un conjunto de conceptos teóricos en una solución funcional, escalable y desplegada, orientada a resolver un problema real en el ámbito financiero. Fundscout no solo demuestra la viabilidad técnica del sistema, sino también su potencial como producto digital, situándose en la intersección entre la ingeniería, las finanzas y el desarrollo de software orientado a usuario final.

## 10.2. Posibles Mejoras y Líneas Futuras

### 10.2.1. Inteligencia Artificial Más Avanzada

La integración actual con Gemini ofrece un asistente conversacional general con contexto del dominio financiero. Una evolución natural sería el desarrollo de un agente con acceso en tiempo real a los datos del usuario (posiciones de cartera, métricas de fondos) y capacidad de ejecución de acciones (análisis de una cartera específica, simulación bajo escenarios definidos por el usuario mediante lenguaje natural). Adicionalmente, técnicas de procesamiento del lenguaje natural aplicadas sobre el corpus de noticias financieras permitirían extraer señales de sentimiento de mercado integrables en los modelos cuantitativos.

### 10.2.2. Optimización Más Compleja

El modelo de optimización media-varianza de Harry Markowitz [1], implementado en la presente aplicación, constituye una base sólida desde el punto de vista teórico y computacional. No obstante, presenta limitaciones ampliamente documentadas en la literatura financiera. En particular, destaca su elevada sensibilidad a los estimadores de rendimientos esperados, los cuales son difíciles de estimar con precisión y pueden introducir errores significativos en la asignación óptima. Asimismo, en ausencia de restricciones adicionales, el modelo tiende a generar soluciones poco diversificadas, concentrando el peso en un número reducido de activos, lo que reduce su aplicabilidad práctica en entornos reales de inversión.

Una línea de mejora relevante consiste en la incorporación del modelo de Black-Litterman [3], que permite combinar las expectativas implícitas del mercado (derivadas, por ejemplo, de capitalizaciones bursátiles) con las opiniones subjetivas del inversor. Este enfoque reduce la inestabilidad de las soluciones y proporciona carteras más equilibradas y realistas. Adicionalmente, resulta conveniente abordar la estimación de la matriz de covarianza mediante técnicas de regularización: el método de *Shrinkage* de Ledoit-Wolf [5] permite obtener estimaciones más estables al combinar la matriz muestral con una estructura objetivo, reduciendo el error de estimación y mejorando la

robustez del proceso de optimización. Finalmente, puede considerarse la sustitución o complemento del criterio de varianza por medidas de riesgo más coherentes desde el punto de vista financiero, como el Conditional Value at Risk (CVaR).

### 10.2.3. Mejoras en la Calidad de Datos

La dependencia de una única fuente primaria (Morningstar SAL) introduce fragilidad ante cambios en la API o en los términos de servicio. Una arquitectura más robusta contemplaría la integración formal con proveedores de datos financieros comerciales (Bloomberg, Refinitiv, FactSet), la validación cruzada automática entre fuentes y un sistema de alerta ante anomalías en los datos ingestados (valores atípicos, campos faltantes sistemáticos). Estas herramientas son de pago y requieren licencias para poder implementarlas.

### 10.2.4. Escalabilidad

La arquitectura actual de ingestión síncrona y por demanda puede convertirse en un cuello de botella ante una base de usuarios significativa. Una arquitectura más escalable implementaría colas de trabajo asíncrono (Celery con Redis o Google Cloud Tasks) para el procesamiento del *pipeline*, actualizaciones periódicas automatizadas para el catálogo de fondos *seeded* y una capa de caché distribuida (Redis) delante de Supabase para los datos de alta frecuencia de acceso. En el plano del *frontend*, la implementación de estrategias de caché con React Query o SWR reduciría el número de peticiones redundantes al *backend* y mejoraría la experiencia de usuario en conexiones lentas.

### 10.2.5. Desarrollo de Funcionalidad de Fiscalidad

Una mejora relevante del sistema consiste en la incorporación de un módulo de fiscalidad que permita integrar el impacto impositivo en el proceso de análisis y toma de decisiones. En su estado actual, la optimización de carteras se realiza bajo criterios puramente financieros, sin considerar las implicaciones fiscales derivadas de las operaciones. Este módulo permitiría calcular la plusvalía o minusvalía latente de cada posición, teniendo en cuenta el precio de adquisición y el valor actual de mercado, así como estimar el impacto fiscal asociado a operaciones de rebalanceo o liquidación de activos.

### 10.2.6. Funcionalidades de Comunidad y Personalización

Otra línea de mejora consiste en la incorporación de funcionalidades de carácter social que fomenten la interacción entre usuarios y aumenten el valor percibido de la plataforma. En particular, se propone el desarrollo de una sección que permita a los usuarios compartir y comparar sus carteras de inversión de forma anónima, garantizando la privacidad

de la información sensible. Asimismo, se plantea la implementación de un sistema de comunicación recurrente con el usuario, mediante la suscripción a una *newsletter* y/o un sistema de notificaciones automatizadas por correo electrónico. De este modo, se refuerza el engagement del usuario y se posiciona la plataforma no solo como una herramienta de análisis puntual, sino como un acompañante continuo en la toma de decisiones financieras.

# Bibliografía

- [1] Markowitz, H. (1952). *Portfolio Selection*. The Journal of Finance, 7(1), 77–91.
- [2] Sharpe, W. F. (1964). *Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk*. The Journal of Finance, 19(3), 425–442.
- [3] Black, F., & Litterman, R. (1992). *Global Portfolio Optimization*. Financial Analysts Journal, 48(5), 28–43.
- [4] Glasserman, P. (2003). *Monte Carlo Methods in Financial Engineering*. Springer.
- [5] Ledoit, O., & Wolf, M. (2004). *Honey, I Shrunk the Sample Covariance Matrix*. The Journal of Portfolio Management, 30(4), 110–119.
- [6] Instituto Nacional de Estadística. (2025). *Índice de Precios de Consumo (IPC). Datos provisionales, agosto 2025*. INE.
- [7] Fondo Monetario Internacional. (2025). *World Economic Outlook: Inflation, average consumer prices*. IMF DataMapper.
- [8] Jordà, Ò., Knoll, K., Kuvshinov, D., Schularick, M., & Taylor, A. M. (2023). Hedging against inflation: Housing versus equity. *Empirical Economics*.
- [9] Funcas. (2023). *El 36 % de los españoles de entre 18 y 64 años admite no saber lo necesario para tomar decisiones financieras adecuadas*.
- [10] Tubau, J. (2025). *K148. Pablo González Vidal. Fondos basura*.
- [11] Cartera de Fondos. (s. f.). *Aplicación para seguimiento de carteras de fondos de inversión*.
- [12] Kinnel, R. (2010). *Fund Spy: Morningstar's inside secrets to selecting funds that outperform*. Wiley.
- [13] Poyar, K. (2026). *Free-to-Paid Conversion Report*. Growth Unhinged / Chart-Mogul / ProductLed. Disponible en: <https://www.growthunhinged.com/p/free-to-paid-conversion-report>

- [14] Baily, E. (2024). *SaaS Freemium Conversion Rates: 2026 Report*. FirstPageSage. Disponible en: <https://firstpagesage.com/seo-blog/saas-freemium-conversion-rates/>
- [15] Campbell, P. (2025). *Freemium Models' Impact on LTV and CAC*. Lucid. Disponible en: <https://www.lucid.now/blog/freemium-models-impact-on-ltv-and-cac/>
- [16] Artisan Growth Strategies. (2026). *SaaS Conversion Rate Benchmarks: 2026 Data from 1,200 Companies*. Disponible en: <https://www.artisangrowthstrategies.com/blog/saas-conversion-rate-benchmarks-2026-data-1200-companies>
- [17] Ries, E. (2011). *The lean startup: How today's entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses*. Crown Business.
- [18] Meta Platforms, Inc. (2024). *React – A JavaScript library for building user interfaces*. Disponible en: <https://react.dev>
- [19] Pallets Projects. (2024). *Flask – The Pallets Projects*. Disponible en: <https://flask.palletsprojects.com>
- [20] Supabase, Inc. (2024). *Supabase – The Open Source Firebase Alternative*. Disponible en: <https://supabase.com>
- [21] Stripe, Inc. (2024). *Stripe Documentation – Payments infrastructure for the internet*. Disponible en: <https://stripe.com/docs>
- [22] Diamond, S., & Boyd, S. (2016). *CVXPY: A Python-embedded modeling language for convex optimization*. Journal of Machine Learning Research, 17(83), 1–5.
- [23] Aroussi, R. (2024). *QuantStats: Portfolio analytics for quants*. Disponible en: <https://github.com/ranaroussi/quantstats>
- [24] Tailwind Labs, Inc. (2024). *Tailwind CSS – A utility-first CSS framework*. Disponible en: <https://tailwindcss.com>
- [25] Brevo SAS. (2024). *Brevo – Email, SMS & Marketing Platform*. Disponible en: <https://www.brevo.com>