



Dipartimento di Economia e Finanza

Corso di Laurea Magistrale in
Banche e Intermediari Finanziari

Cattedra di Teoria e Gestione del Portafoglio

Frontiera Efficiente e Sostenibilità: Una Applicazione Quantitativa ai Portafogli ESG

Relatore

Prof. Nicola Borri

Candidato

Raffaele Savarese

Matricola 788221

Correlatore

Prof. Damast Dominik

Anno Accademico 2024/2025

INDICE

CAPITOLO 1: INTRODUZIONE	3
1.1 Obiettivi della Tesi	3
1.2 La Diffusione dei Criteri ESG nella Teoria e nella Prassi Finanziaria	3
1.3 Dettaglio dei Criteri ESG	5
1.4 Il Lussemburgo come hub europeo per i fondi ESG UCTIS	6
1.5 Struttura della Tesi	7
CAPITOLO 2: REVISIONE DELLA LETTERATURA	8
2.1 Origini, Sviluppo e Diffusione degli Investimenti Responsabili	8
2.1.1 La Frontiera Efficiente: dalla teoria media-varianza al CAPM	9
2.1.2 Il Capital Asset Pricing Model e le estensioni successive	10
2.2 Il Responsible Investing come Ponte Evolutivo tra la Finanza Classica e Modelli ESG	11
2.3 Il modello ESG-Efficient Frontier di Pedersen et al. (2021)	12
2.4 ESG e Behavioral Finance: le Preferenze degli Investitori come Motore della sostenibilità	13
2.5 Critiche e Sfide dell'Integrazione dei Criteri ESG	14
2.5.1 Affidabilità e Comparabilità dei Dati ESG	15
2.5.2 Greenwashing e rischio reputazionale	15
2.5.3 Distorsioni di Mercato e Rischio di Bolla ESG	16
2.5.4 Frammentazione Normativa e Divergenze Regionali	16
2.5.5 Trade-off tra Sostenibilità e Performance Finanziaria	16
CAPITOLO 3: METODOLOGIA	18
3.1 Selezione dei dati	18
3.1.1 Processing dei dati	19
3.2 Costruzione dei portafogli	20
3.2.1 Portafoglio tradizionale	21
3.2.2 Portafoglio ESG	23
3.3 Costruzione delle Frontiere Efficienti	25
3.4 Approccio valutativo delle strategie	26
3.4.1 Rapporto di Sharpe	26
3.4.2 Drawdown	26
3.4.3 Analisi di regressione	26
CAPITOLO 4: ANALISI DEI RISULTATI	28
4.1 Analisi delle Frontiere Efficienti	28
4.1.1 Interpretazione per l'investitore	30
4.2 Analisi dello Sharpe Ratio	31
4.2.1 Sharpe Ratio e sostenibilità: evidenze dai vincoli	33
4.3 Analisi dei Drawdown	34
4.4 Evidenze della regressione lineare	36
CAPITOLO 5: CONCLUSIONI	38
5.1 Sintesi dei risultati	38
5.2 Confronto con la Letteratura	39
5.3 Limiti dello studio	39
5.4 Prospettive future e implicazioni attuali	40
ANALISI GRAFICA SUPPLEMENTARE	41
FORMULARIO	43
Misure di base dei rendimenti	43
Misure di performance risk-adjusted	44
Misure di performance relative	44
Misure di rischio estremo	45
BIBLIOGRAFIA	46
Articoli Accademici	46
Documenti di Ricerca	47
Risorse Online	47

Capitolo 1: Introduzione

1.1 Obiettivi della Tesi

Negli ultimi decenni, la crescente attenzione verso tematiche ambientali, sociali e di governance ha posto gli investimenti ESG al centro del dibattito accademico, professionale e chiaramente tra gli investitori, sia istituzionali che *retail*¹. L'interesse verso tali tematiche non è più circoscritto a scelte etiche, ma si è esteso alla valutazione di portafogli di lungo periodo, portando allo sviluppo dei cosiddetti criteri ESG (Environmental, Social, Governance) che valutano la performance aziendale sotto questi fattori.

Questa tesi si propone di valutare in chiave quantitativa l'impatto dell'integrazione ESG nella costruzione di portafogli efficienti. A tal fine, viene confrontato un approccio tradizionale, basato sul trade-off classico rischio-rendimento, con uno ESG-oriented che incorpora i punteggi di sostenibilità nella funzione obiettivo.

L'analisi si concentrerà sul confronto tra le rispettive frontiere efficienti, Sharpe Ratio, e Max Drawdown. Infine, si cercherà di comprendere in che misura *l'alpha*² possa essere attribuita all'effetto ESG tramite una regressione.

1.2 La Diffusione dei Criteri ESG nella Teoria e nella Prassi Finanziaria

I criteri ESG si sono progressivamente affermati come riferimento stabile nelle decisioni di investimento, anche quelle di lungo periodo. Se in origine l'approccio sostenibile era guidato da motivazioni prevalentemente etiche, oggi la finanza responsabile rappresenta una componente integrata nelle strategie di gestione degli investitori. Gli investitori che incorporano questi fattori nelle loro decisioni non guardano solo ai profitti a breve termine, ma cercano di allineare i loro investimenti a valori etici e a una gestione responsabile del rischio.

¹ Per investitore retail si intende un soggetto privato che investe capitali propri sui mercati finanziari, in contrapposizione agli investitori istituzionali. Generalmente opera con risorse più limitate, ha un profilo di rischio variabile e un accesso parziale a strumenti avanzati di investimento.

² In ambito finanziario rappresenta la parte di rendimento di un portafoglio non spiegata da fattori di mercato, quindi attribuibile all'abilità del gestore o a caratteristiche specifiche del portafoglio.

L'interesse per gli investimenti sostenibili è cresciuto in maniera esponenziale negli ultimi anni, spinto dalla maggiore attenzione (e anche dalla crescente regolamentazione) ai temi sociali, di governance e ambientali. Secondo la Global Sustainable Investment Review (GSIR)³, nel 2022, gli asset gestiti secondo strategie ESG ammontano a 30,3 trilioni di dollari, con un aumento del 20% rispetto al 2020. Questo aumento significativo riflette sia la crescente consapevolezza dei rischi ambientali e sociali da parte degli investitori, sia la percezione che le aziende con punteggi ESG elevati possano essere meglio posizionate per affrontare sfide di lungo termine, come i cambiamenti climatici, le evoluzioni nelle preferenze dei consumatori e normative sempre più stringenti.

Alcune analisi evidenziano che i portafogli composti da titoli con elevati rating ESG tendono anche a mostrare minore volatilità e maggiore resilienza durante i periodi di stress di mercato, rispetto ai portafogli tradizionali, a conferma dei potenziali benefici in termini di stabilità finanziaria derivanti dall'integrazione di tali fattori. La crescita degli investimenti ESG è particolarmente marcata in Europa, che oggi guida la finanza sostenibile a livello globale.

L'Europa detiene circa l'85% del patrimonio mondiale dei fondi d'investimento sostenibili, pari a €2,2 trilioni di euro in termini di asset a fine 2023. La quota dei fondi sostenibili è passata dal rappresentare appena il 6% del mercato europeo nel 2019 a circa il 19% nel 2023, grazie a tassi di crescita annua del patrimonio ESG (ad esempio +20,2% nel 2023) superiori a quelli dei fondi tradizionali.

Questa rapida espansione è stata alimentata sia dalla maggiore domanda da parte degli investitori, sia dall'entrata in vigore di un solido quadro normativo a livello UE – come il *Sustainable Finance Disclosure Regulation* (SFDR)⁴ – che ha imposto standard di trasparenza più elevati e incentivato l'integrazione dei fattori ESG nei prodotti finanziari. Tali dinamiche indicano che la sostenibilità è passata da nicchia etica a elemento mainstream nei mercati finanziari europei.

³ Rapporto biennale pubblicato dalla Global Sustainable Investment Alliance, che raccoglie e confronta i dati sugli investimenti sostenibili a livello globale

⁴ Il Sustainable Finance Disclosure Regulation è un regolamento dell'Unione Europea entrato in vigore nel 2021, che impone obblighi di trasparenza ESG ai partecipanti ai mercati finanziari.

1.3 Dettaglio dei Criteri ESG

I criteri ESG si articolano in tre dimensioni fondamentali, ciascuna delle quali valuta specifici aspetti del comportamento aziendale in materia di sostenibilità

- **Environmental (Ambiente):** analizza l'impatto ambientale delle attività aziendali. Include la gestione delle risorse naturali, l'efficienza energetica, la riduzione delle emissioni di gas serra e le politiche relative al cambiamento climatico. Le imprese con elevati punteggi ambientali tendono a ridurre l'impronta ecologica e a integrare pratiche sostenibili nei processi produttivi. Indicatori chiave comprendono:
 - Emissioni di CO2 e strategie per la loro riduzione;
 - Politiche di gestione dei rifiuti e riciclo;
 - Uso efficiente e sostenibile delle risorse idriche;
 - Adozione di fonti energetiche rinnovabili.
- **Social (Sociale):** si concentra sulle relazioni dell'azienda con le persone e le comunità, valutando aspetti legati alla forza lavoro, alla catena di fornitura e all'impegno sociale. Le aziende con alti punteggi in questa categoria sono più attente alla tutela dei diritti umani e al benessere dei dipendenti. Indicatori rilevanti includono:
 - Diversità e inclusione nel personale;
 - Condizioni di salute e sicurezza sul lavoro;
 - Coinvolgimento attivo nelle comunità locali;
 - Rispetto dei diritti umani lungo l'intera supply chain.
- **Governance:** valuta la qualità del sistema di governo societario, l'indipendenza e la trasparenza degli organi direttivi, nonché l'etica gestionale. Le aziende con una governance solida sono considerate più affidabili e orientate alla creazione di valore sostenibile. Gli indicatori principali includono:
 - Composizione e indipendenza del consiglio di amministrazione;
 - Politiche di remunerazione dei dirigenti;
 - Presenza di sistemi anticorruzione e di controllo interno;
 - Chiarezza e completezza delle comunicazioni finanziarie

1.4 Il Lussemburgo come hub europeo per i fondi ESG UCITS

Nel contesto della rapida espansione della finanza sostenibile in Europa, il Lussemburgo si è consolidato come principale centro di domiciliazione per fondi ESG conformi alla normativa UCITS⁵. Secondo PwC Lussemburgo (2025), alla fine del 2024 il Granducato ospitava fondi ESG UCITS per un valore complessivo pari a 3.154 miliardi di euro per i fondi Article 8 e 184,6 miliardi di euro per i fondi Article 9 (vedi Figura 1), posizionandosi come leader a livello europeo sia per patrimonio gestito che per numero di fondi registrati. Complessivamente, circa il 63,1% del patrimonio UCITS in Europa è oggi allocato in strategie ESG, con una crescita media annua del 19,4% dal 2021, anno di introduzione del regolamento SFDR.

Questa concentrazione di asset riflette non solo la vocazione storica del Lussemburgo come piattaforma d'elezione per i veicoli *cross-border*, ma anche la capacità del paese di attrarre promotori internazionali grazie a un framework regolamentare solido, flessibile e in costante aggiornamento. In particolare, la maggior parte dei fondi domiciliati in Lussemburgo registra le proprie quote per la distribuzione paneuropea, raggiungendo in molti casi oltre 20 mercati. La centralità del Lussemburgo nel panorama ESG europeo giustifica, pertanto, la scelta di modellizzare i portafogli in scenari conformi o alternativi ai vincoli previsti dalla normativa UCITS, in quanto rappresentativi della struttura tipica dei fondi sostenibili operanti in Europa.

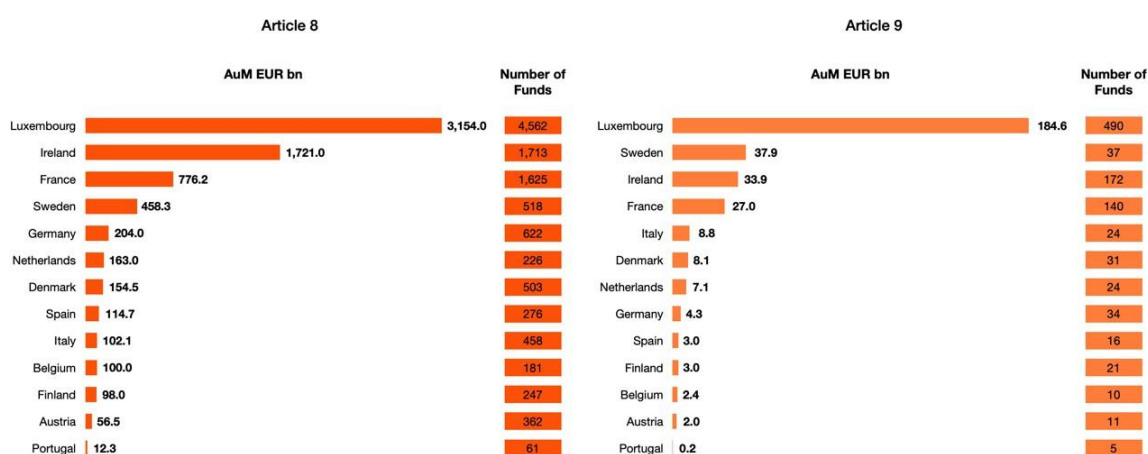


Figura 1: Principali paesi europei per AuM e numero di fondi ESG (Art. 8 e 9) al 2024. Fonte: PwC Luxembourg, 2025.

⁵ “Undertakings for Collective Investment in Transferable Securities” si riferisce alla normativa europea che regola i fondi armonizzati, imponendo i limiti di rischio, trasparenza e diversificazione. In particolare, vieta l'utilizzo di leve finanziarie e posizioni short nei fondi retail.

1.5 Struttura della Tesi

La tesi è strutturata in cinque capitoli principali che affrontano sia la teoria alla base degli investimenti ESG che la loro applicazione empirica.

- **Capitolo 2: Revisione della Letteratura:** ripercorre la moderna teoria di portafoglio da Markowitz al CAPM e ai modelli multifattoriali. Presenta il modello ESG Frontier di Pedersen et al. (2021) e discute criticità come dati ESG, greenwashing e distorsioni di mercato.
- **Capitolo 3: Metodologia:** Descrive in dettaglio il metodo utilizzato per raccogliere i dati storici dei prezzi dei titoli e dei punteggi ESG, per costruire i portafogli e per calcolare le performance, con un *focus* su frontiera efficiente, drawdown e Sharpe Ratio. Viene inoltre introdotto e discusso il modello di regressione lineare utilizzato per determinare l'impatto dei fattori ESG sui rendimenti.
- **Capitolo 4: Risultati:** presenta i principali esiti empirici, confrontando portafogli tradizionali ed ESG in termini di frontiere efficienti, performance e regressioni.
- **Capitolo 5: Conclusioni:** riassume i risultati ottenuti, evidenzia l'impatto dell'integrazione ESG sulle scelte di portafoglio e propone spunti per sviluppi futuri.

Capitolo 2: Revisione della Letteratura

Negli ultimi decenni l'investimento sostenibile ha vissuto una trasformazione profonda, che ha modificato non solo il comportamento degli investitori, ma anche la struttura stessa dei mercati. L'integrazione dei criteri ESG (Environmental, Social, Governance) nei processi decisionali è diventata un fenomeno globale, capace di influenzare valutazioni, strategie e performance. Oggi l'ESG non è più un elemento marginale o di moda, ma una componente strutturale, adottata sia da investitori istituzionali sia da investitori retail, e sostenuta da una crescente regolamentazione. Questo capitolo ripercorre l'evoluzione teorica e pratica dell'investimento responsabile, dalle sue origini etiche fino ai modelli più recenti, con particolare attenzione alla letteratura che ha formalizzato l'impatto della sostenibilità sulle frontiere di portafoglio, culminando nel modello di Pedersen et al. (2021).

2.1 Origini, Sviluppo e Diffusione degli Investimenti Responsabili

L'investimento responsabile affonda le sue radici ben prima dell'affermazione del concetto moderno di ESG. Le prime forme di selezione etica sono riconducibili a movimenti religiosi, come i Quaccheri e i Metodisti nel XVIII e XIX secolo, che escludevano consapevolmente settori percepiti come moralmente discutibili, quali armi, alcol e gioco d'azzardo. Tuttavia, fu solo dagli anni '60 che queste logiche iniziarono a entrare nei criteri decisionali di fondi istituzionali e università, in particolare con il movimento di disinvestimento dal Sudafrica durante l'apartheid, divenuto uno dei primi esempi concreti di pressione politica attraverso la finanza.

Inizialmente, l'approccio dominante era quello del *negative screening*⁶, che pur essendo efficace dal punto di vista morale, riduceva l'universo investibile e aveva un impatto marginale sul comportamento aziendale.

Negli anni '90 e 2000 si assiste a un passaggio cruciale: l'investimento sostenibile evolve da scelta etica a strategia informata. Si afferma una logica più inclusiva, in cui vengono

⁶ Strategia che esclude dal portafoglio settori ritenuti non etici (es. armi, tabacco, gioco d'azzardo).

premiare le aziende con performance ambientali, sociali e di governance superiori, considerate non solo più virtuose, ma anche potenzialmente più solide nel lungo termine.

In parallelo nasce l'engagement attivo, ovvero l'utilizzo del potere di voto e del dialogo con il management per orientare le imprese verso pratiche più sostenibili. Questo approccio sostituisce in parte l'esclusione, posizionando gli investitori come agenti di cambiamento attivo.

L'adozione di strumenti ESG trova ulteriore impulso con la nascita dei primi benchmark tematici: dal Domini 400 Social Index (1990), poi rinominato MSCI KLD 400 Social, fino ai più recenti FTSE4Good, Dow Jones Sustainability Index, MSCI ESG Leaders e S&P 500 ESG. Questi indici, oltre a fornire uno standard comparabile, hanno favorito la crescita di prodotti ESG replicabili (ETF, fondi passivi, certificati).

Una tappa fondamentale nella diffusione istituzionale è rappresentata dal lancio, nel 2006, dei Principles for Responsible Investment (UN PRI), che formalizzano l'impegno degli investitori verso l'integrazione ESG. A partire da quel momento, l'adozione di strategie sostenibili inizia ad assumere una valenza finanziaria più che etica, nella consapevolezza che i rischi climatici, sociali e di governance costituiscono variabili materiali nei modelli di lungo termine.

Negli ultimi anni, tre forze principali hanno ulteriormente accelerato la diffusione ESG: la crescente domanda degli investitori (soprattutto istituzionali), l'evoluzione normativa – trainata in Europa dalla SFDR e dalla Tassonomia UE – e l'aumentata percezione dei rischi sistemici legati a cambiamento climatico, disuguaglianze e scandali aziendali.

2.1.1 La Frontiera Efficiente: dalla teoria media-varianza al CAPM

L'impostazione teorica di Harry Markowitz (1952) ha rappresentato una svolta nella moderna teoria del portafoglio, formalizzando un approccio quantitativo alla selezione degli investimenti. Alla base del modello media-varianza vi è l'assunto che gli investitori siano razionali e avversi al rischio, e valutino i portafogli sulla base di due parametri: rendimento atteso e volatilità. In questo framework, il rendimento atteso di un portafoglio è calcolato come media ponderata dei rendimenti dei singoli titoli, mentre il rischio è misurato tramite la deviazione standard, che incorpora anche la correlazione tra gli asset.

Variando le combinazioni di pesi tra le attività, si ottiene un insieme di portafogli possibili, ma solo una parte di essi è ottimale. I portafogli efficienti, cioè quelli che massimizzano il rendimento atteso per ogni livello di rischio (o minimizzano il rischio per un dato rendimento), costituiscono la cosiddetta frontiera efficiente (Markowitz, 1952). Le combinazioni di portafoglio al di sotto della frontiera sono invece inefficienti, poiché dominate da alternative più performanti a parità di rischio.

L'introduzione di un asset privo di rischio consente di estendere il modello di Markowitz. Combinando l'asset risk-free con i portafogli efficienti si ottiene la Capital Market Line (CML), tangente alla frontiera efficiente nel punto in cui si colloca il portafoglio di mercato. Secondo questa logica, tutti gli investitori razionali dovrebbero detenere lo stesso portafoglio rischioso (quello di tangenza), modificando l'esposizione al titolo privo di rischio in funzione della propria propensione al rischio.

2.1.2 Il Capital Asset Pricing Model e le estensioni successive

A partire dalla struttura introdotta da Markowitz, la teoria della finanza ha conosciuto un'evoluzione significativa, mirata a superare i limiti pratici del modello media-varianza. Uno degli sviluppi più rilevanti è rappresentato dal Capital Asset Pricing Model (CAPM), formalizzato nei lavori di Sharpe (1964), Lintner (1965) e Mossin (1966), che collega il rendimento atteso di un'attività finanziaria al suo rischio sistematico.

Il CAPM si fonda sull'ipotesi di equilibrio di mercato e assume che tutti gli investitori, essendo razionali e avversi al rischio, detengano una combinazione tra l'attività priva di rischio e il portafoglio di mercato. In questo contesto, il rischio rilevante per la determinazione dei prezzi è quello sistematico, non diversificabile, misurato attraverso il coefficiente beta. La relazione tra rischio sistematico e rendimento atteso è descritta dalla Security Market Line (SML), che rappresenta il benchmark teorico contro cui valutare la convenienza di un titolo.

Tuttavia, l'eleganza formale del CAPM si scontra con una scarsa capacità esplicativa sul piano empirico. Diversi studi (Fama e French, 1992; 1993) hanno evidenziato che il *beta*⁷ da solo non riesce a spiegare in modo soddisfacente la dispersione dei rendimenti

⁷ E' il coefficiente che misura la sensibilità di un titolo rispetto ai movimenti del mercato; valori superiori a 1 indicano maggiore volatilità relativa rispetto al benchmark.

azionari⁸. Tali evidenze hanno spinto verso lo sviluppo di modelli multifattoriali, tra cui il Fama-French a tre fattori, che introduce le dimensioni size e value accanto al mercato. Successivamente, ulteriori estensioni hanno incorporato variabili legate alla redditività aziendale, alla struttura degli investimenti e a fattori comportamentali.

Nonostante il progresso teorico, anche questi modelli mantengono un'impostazione interamente finanziaria, ignorando le implicazioni derivanti da fattori extra-finanziari come la sostenibilità ambientale, la responsabilità sociale e la qualità della governance.

2.2 Il Responsible Investing come Ponte Evolutivo tra la Finanza Classica e Modelli ESG

L'affermazione del *Responsible Investing* rappresenta una tappa intermedia fondamentale nell'evoluzione teorica della finanza moderna, collocandosi idealmente tra i modelli classici basati sull'efficienza rischio/rendimento e le più recenti formulazioni che includono esplicitamente la sostenibilità nella funzione obiettivo. A differenza dell'approccio etico tradizionale, spesso limitato a criteri di esclusione, il Responsible Investing mira a coniugare la logica della performance finanziaria con l'attenzione agli impatti ambientali, sociali e di governance, adottando una prospettiva olistica nella valutazione del rischio.

In questo contesto, la sostenibilità non è ancora formalizzata come variabile di ottimizzazione, ma viene integrata nei processi di analisi come elemento qualitativo in grado di migliorare la selezione dei titoli e la gestione del rischio di lungo periodo. La logica sottostante è che le imprese con buone pratiche ESG siano più resilienti a eventi esogeni, meno esposte a sanzioni normative o reputazionali, e più capaci di intercettare trend strutturali di cambiamento.

Numerosi gestori istituzionali hanno iniziato ad adottare strategie di investimento che incorporano metriche ESG non solo per motivazioni etiche, ma anche per ragioni di pura efficienza economica. Tale transizione ha favorito la diffusione di pratiche come l'engagement attivo e la *proxy voting*⁹, rafforzando il ruolo degli investitori come attori in grado di orientare le imprese verso condotte più sostenibili.

⁸ Guadagni percentuali generati da un'azione in un dato periodo, comprensivi di variazioni di prezzo e dividendi. ⁹ Consiste nell'esercizio del diritto di voto da parte degli investitori istituzionali nelle assemblee societarie, con l'obiettivo di influenzare le decisioni aziendali in linea con i principi ESG.

Questa fase di transizione teorica ha creato le basi per la formalizzazione accademica dell'ESG come driver di utilità, aprendo la strada a modelli come quello di Pedersen et al. (2021), che integrano la sostenibilità direttamente nella funzione obiettivo dell'investitore.

2.3 Il modello ESG-Efficient Frontier di Pedersen et al. (2021)

La crescente rilevanza dei criteri ESG nei processi di allocazione del capitale ha spinto la teoria finanziaria verso nuove direzioni, capaci di incorporare in modo sistematico le preferenze non strettamente monetarie degli investitori. In questo contesto si inserisce il contributo di Pedersen et al. (2021), che propongono una generalizzazione della teoria di Markowitz, introducendo la sostenibilità come elemento esplicito nella funzione di utilità.

Il modello ESG-SR (Environmental, Social, Governance – Sharpe Ratio) include un parametro aggiuntivo nella costruzione del portafoglio, tale da massimizzare non solo lo Sharpe Ratio, ma anche un livello target di sostenibilità.

L'investitore, in questo framework, ottimizza una funzione che considera simultaneamente rendimento atteso, rischio (misurato dalla varianza) e un punteggio ESG, ridefinendo così il concetto di efficienza. Il risultato è una nuova frontiera efficiente, la ESG-SR frontier, che dipende dalla forza delle preferenze ESG incorporate.

Gli autori identificano tre profili di investitori: gli unaware, che ignorano i fattori ESG; gli aware, che li utilizzano come indicatori di rischio non osservabile; e i motivated, che attribuiscono un valore intrinseco alla sostenibilità e sono disposti a sacrificare parte del rendimento per aumentare l'impatto positivo del portafoglio.

Dal punto di vista teorico, il modello estende il classico teorema di separazione, mostrando che ogni portafoglio ESG efficiente può essere ottenuto come combinazione lineare di quattro fondi: l'asset privo di rischio, il portafoglio di tangenza classico, il portafoglio a varianza minima e un portafoglio ESG-specifico. L'introduzione di quest'ultimo elemento consente di formalizzare la sostenibilità come driver attivo, senza rinunciare alla struttura della moderna teoria del portafoglio. La quattro-funds separation è una delle innovazioni più eleganti del paper: non solo aggiorna il tema di Tobin-Markovitz, ma offre una base teorica per l'implementazione

operativa dei portafogli ESG, rendendoli modellizzabili come combinazione lineare di benchmark noti.

Empiricamente, il modello viene testato su azioni statunitensi utilizzando proxy oggettivi: le emissioni di CO₂ *Scope 1 e 2*¹⁰ per la componente ambientale, l'esclusione delle sin stocks per quella sociale, e l'uso di *accruals*¹¹ aggressivi come proxy di scarsa governance. Questa scelta metodologica consente di rendere misurabili e confrontabili aspetti ESG che altrimenti risulterebbero astratti o ambigui.

I risultati mostrano che per gli investitori motivated l'aumento della sostenibilità riduce leggermente lo Sharpe Ratio, ma migliora la resilienza del portafoglio. Per gli aware, l'integrazione ESG migliora la qualità delle stime di rischio e rendimento, consentendo di costruire portafogli comparabili o superiori in termini di efficienza.

Infine, il modello evidenzia effetti rilevanti sui prezzi di mercato: la preferenza per titoli ESG genera un *greenium*, ovvero un minor rendimento atteso per gli asset più sostenibili, mentre i titoli a bassa sostenibilità devono offrire un *carbon premium*¹² per restare appetibili. Ne emerge un equilibrio di mercato differenziato, in cui la frontiera efficiente non è più unica, ma dipende dalla funzione di utilità dell'investitore e dalla forza delle sue preferenze non finanziarie.

2.4 ESG e Behavioral Finance: le Preferenze degli Investitori come Motore della sostenibilità

Come già accennato, la teoria finanziaria classica ha storicamente fondato i suoi modelli sull'assunzione di agenti razionali, mossi esclusivamente dalla massimizzazione dell'utilità attesa, intesa come funzione del binomio rischio-rendimento. In questo quadro, le scelte di portafoglio rispondono a criteri oggettivi e ottimizzabili, dove elementi valoriali, emotivi o morali risultano ininfluenti. Tuttavia, l'evidenza empirica raccolta negli ultimi decenni ha messo in discussione questo paradigma. L'emergere della Behavioral Finance ha infatti rivelato come gli investitori non siano entità perfettamente

¹⁰ Emissioni Scope 1: Emissioni dirette generate da fonti di proprietà dell'azienda, come impianti. Emissioni Scope 2 fanno riferimento a quelle indirette, come energia elettrica o di raffreddamento.

¹¹ Componenti non monetarie degli utili (es. ratei e risconti) usate come proxy di bassa qualità della governance; un livello elevato è spesso associato a manipolazioni contabili o scarsa trasparenza (Sloan, 1996).

¹² Premio di rischio associato ai titoli con basse performance ambientali, spesso esclusi dai portafogli sostenibili; gli investitori richiedono rendimenti attesi superiori per compensare il rischio di regolamentazione o disinvestimento (Pastor, Stambaugh e Taylor, 2022).

razionali, ma soggetti influenzati da bias cognitivi, euristiche e motivazioni non strettamente economiche.

All'interno di questa prospettiva, l'adozione crescente di strategie ESG può essere letta come una deviazione sistematica rispetto al comportamento previsto dalla finanza tradizionale. L'investitore moderno non persegue solo l'ottimizzazione del rendimento corretto per il rischio, ma incorpora nel processo decisionale criteri di coerenza valoriale, impatto sociale o sostenibilità ambientale. Questo fenomeno, noto in letteratura come *preference-based investing* (Statman, 2004), presuppone che la funzione di utilità si estenda oltre le variabili finanziarie, includendo componenti identitarie e morali.

In tale contesto, l'ESG assume un duplice ruolo: da un lato, funge da indicatore di rischio extra-finanziario, contribuendo a una valutazione più completa della resilienza aziendale; dall'altro, rappresenta una risposta concreta al bisogno di allineamento tra investimenti e convinzioni personali. L'idea che l'investimento possa generare *utility from virtue* – ovvero benessere psicologico derivante dalla coerenza tra portafoglio e valori individuali – si traduce in comportamenti osservabili, come la preferenza per titoli sostenibili anche a fronte di un rendimento atteso inferiore.

Tale disponibilità a sacrificare parte della performance in nome di un impatto positivo – già evidenziata nel modello ESG-SR di Pedersen et al – aiuta a spiegare l'emergere di fenomeni come il *greenium*, a seguito di una domanda superiore. La sostenibilità diventa così una componente incorporata nelle aspettative degli investitori, influenzando la struttura dei prezzi e contribuendo alla costruzione di equilibri di mercato alternativi rispetto a quelli descritti dalla teoria neoclassica.

In definitiva, la Behavioral Finance fornisce una cornice teorica utile per interpretare l'ascesa dell'ESG non come moda passeggera o vincolo normativo, ma come espressione strutturale di un cambiamento profondo nelle preferenze degli investitori. Un cambiamento che, se debitamente compreso e modellizzato, può ridefinire in modo duraturo le regole della costruzione di portafoglio.

2.5 Critiche e Sfide dell'Integrazione dei Criteri ESG

L'integrazione dei criteri ESG nei processi di investimento rappresenta una delle trasformazioni più rilevanti degli ultimi decenni nei mercati finanziari. Tuttavia, questa evoluzione non è priva di limiti e criticità, sia a livello teorico che operativo. In questa

sezione vengono analizzate in profondità le principali sfide legate all'adozione dei fattori ESG, con l'obiettivo di delineare i confini attuali del dibattito e di individuare gli ostacoli che ne frenano la piena implementazione.

2.5.1 Affidabilità e Comparabilità dei Dati ESG

Una delle sfide più complesse nell'integrazione ESG riguarda la qualità, la coerenza e la trasparenza dei dati disponibili. A differenza dell'informazione finanziaria, disciplinata da standard contabili rigorosi e auditing obbligatori, i dati ESG si basano ancora oggi su disclosure volontarie e sistemi eterogenei di raccolta. Questo deficit strutturale si traduce in due problematiche distinte ma collegate: l'incompletezza informativa e l'eterogeneità delle valutazioni.

Sul fronte della qualità, molte aziende pubblicano selettivamente solo le metriche più favorevoli, generando bias informativi che distorcono l'analisi. L'assenza di controlli indipendenti su questi dati amplifica il rischio di asimmetrie informative. Nei mercati emergenti la situazione è ulteriormente aggravata dalla scarsità di informazioni, mentre anche in quelli sviluppati la copertura resta disomogenea, soprattutto per le piccole e medie imprese.

Dal lato della comparabilità, le agenzie di rating ESG adottano metodologie profondamente diverse tra loro, utilizzando pesi, criteri e algoritmi proprietari non sempre trasparenti. Ne deriva che la stessa impresa può ricevere punteggi ESG diametralmente opposti a seconda del provider, rendendo problematica la selezione dei titoli e compromettendo la costruzione di portafogli coerenti.

Questa mancanza di armonizzazione metodologica limita la replicabilità dei modelli ESG e riduce la credibilità del rating come strumento oggettivo di valutazione, aumentando il rischio che l'integrazione ESG si basi su presupposti informativi distorti o poco solidi.

2.5.2 Greenwashing e rischio reputazionale

Il fenomeno del greenwashing rappresenta una delle insidie principali per la credibilità dell'investimento sostenibile. Esso si manifesta quando aziende o prodotti finanziari dichiarano, in modo ingannevole o esagerato, il proprio impegno ambientale o sociale, senza che vi sia un'effettiva corrispondenza nei comportamenti concreti. Tale discrepanza tra comunicazione e sostanza può indurre gli investitori in errore, favorendo la selezione di asset non coerenti con gli obiettivi ESG dichiarati.

Il greenwashing si estende anche ai gestori di fondi, che in alcuni casi etichettano i prodotti come sostenibili (ESG-washing) senza un'effettiva integrazione dei criteri nei processi di selezione e monitoraggio. Questa ambiguità alimenta una crescente sfiducia nel mercato ESG e può generare danni reputazionali sia per gli emittenti sia per gli intermediari finanziari coinvolti.

2.5.3 Distorsioni di Mercato e Rischio di Bolla ESG

La forte crescita della domanda per investimenti ESG ha generato, in alcuni casi, dinamiche di mercato distorsive. In particolare, i titoli percepiti come “green” possono registrare valutazioni superiori ai fondamentali economici, alimentando il rischio di bolle speculative. Al contrario, asset considerati “brown” o a basso rating ESG possono risultare sottovalutati, offrendo rendimenti attesi più elevati.

Tali meccanismi pongono sfide rilevanti per la gestione attiva, che si trova a dover bilanciare le pressioni di sostenibilità con la valutazione dei fondamentali. In alcuni casi, le opportunità di arbitraggio si presentano proprio nei segmenti trascurati dagli investitori ESG, sollevando dilemmi etici e strategici per i gestori.

2.5.4 Frammentazione Normativa e Divergenze Regionali

L'assenza di un framework normativo uniforme a livello globale costituisce un ulteriore ostacolo. Mentre l'Unione Europea ha introdotto strumenti avanzati – come il Sustainable Finance Disclosure Regulation (SFDR) e la Tassonomia UE – in altri contesti, come gli Stati Uniti o i Paesi asiatici, prevalgono approcci meno strutturati o addirittura volontari. Questa disomogeneità regolamentare genera incertezza, complica il benchmarking internazionale e rende difficile per gli investitori implementare strategie ESG globalmente coerenti.

2.5.5 Trade-off tra Sostenibilità e Performance Finanziaria

Un tema centrale riguarda il possibile conflitto tra obiettivi ESG e massimizzazione dei ritorni, soprattutto nel breve termine. L'esclusione di settori ad alta redditività – come

combustibili fossili, gioco d'azzardo o tabacco – può ridurre il potenziale di rendimento, almeno nel breve periodo. Questo dilemma è particolarmente rilevante per fondi obbligati a generare ritorni competitivi o a rispettare benchmark tradizionali.

Tuttavia, un numero crescente di studi evidenzia che le imprese con buoni profili ESG tendono a essere più resilienti, meno esposte a controversie legali, rischi ambientali o scandali reputazionali, generando vantaggi competitivi sostenibili nel tempo. In questa prospettiva, il trade-off tra rendimento e sostenibilità può ridursi o addirittura annullarsi nel lungo periodo, soprattutto in presenza di investitori motivati e informati.

Capitolo 3: Metodologia

L'analisi empirica sviluppata in questa tesi adotta un approccio quantitativo, finalizzato al confronto tra due strategie di portafoglio: una tradizionale, basata sulla moderna teoria della finanza classica (Markowitz, 1952), e una ESG-oriented, ispirata all'estensione proposta da Pedersen et al. (2021), in cui la sostenibilità viene esplicitamente inclusa nella funzione di utilità dell'investitore. L'orizzonte temporale scelto per l'analisi va dal 1° gennaio 2017 al 31 dicembre 2023.

Il processo metodologico si articola in quattro fasi principali: selezione e raccolta dei dati, elaborazione delle variabili chiave, costruzione e ottimizzazione dei portafogli, e valutazione delle frontiere efficienti, con particolare attenzione alle implicazioni operative delle restrizioni UCITS, che giustificano l'analisi parallela di scenari con e senza short selling, riflettendo vincoli reali imposti ai gestori europei.

3.1 Selezione dei dati

I dati di prezzo giornaliero sono stati estratti tramite la libreria *yfinance* di Python, che consente il download diretto da Yahoo Finance.

I titoli selezionati per il portafoglio tradizionale ammontano a 20 e sono stati scelti arbitrariamente, ma con l'intento di ottenere un paniere eterogeneo e rappresentativo di diversi settori economici: tecnologia, energia, difesa, beni di consumo, utilities e finanziari. L'obiettivo era replicare un'esposizione simile a quella di un investitore retail diversificato (vedi *Figura 2*).

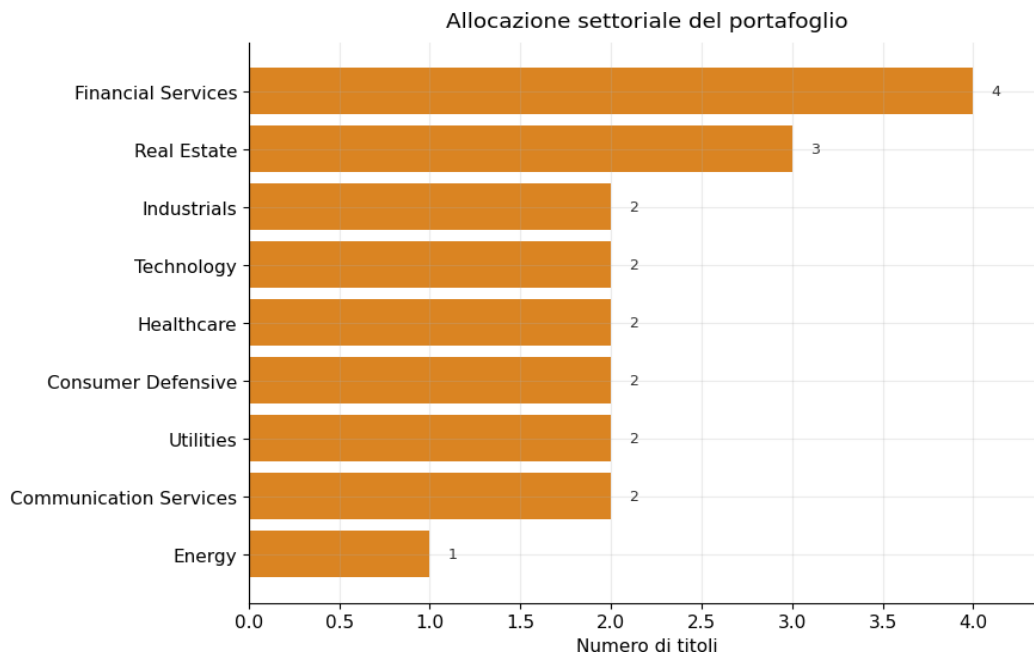


Figura 2: Rappresentazione dell'allocazione settoriale del portafoglio oggetto di analisi.

La classificazione dei punteggi ESG è stata ottenuta a partire da un dataset aggiornato di *Sustainalytics*¹³ disponibile su *Kaggle*¹⁴, in cui valori numerici più bassi corrispondono a un profilo di sostenibilità migliore.

3.1.1 Processing dei dati

Per ciascun titolo, il rendimento atteso è stato stimato tramite la media storica dei rendimenti giornalieri, annualizzata per coerenza con l'orizzonte temporale dell'analisi. La matrice di covarianza è stata calcolata usando l'approccio campionario, anch'essa annualizzata. Entrambi i passaggi sono stati implementati mediante la libreria *PyPortfolioOpt*, che fornisce metodi efficienti per la costruzione di portafogli secondo il framework media-varianza.

¹³ Sustainalytics è una delle principali agenzie di rating ESG a livello globale, parte del gruppo Morningstar e specializzata nella valutazione del rischio ambientale, sociale e di governance delle imprese quotate.

¹⁴ Piattaforma di Data Science, utilizzata per la condivisione e l'analisi di dataset pubblici. Impiegata in numerosi progetti accademici e professionali, rappresenta una risorsa rilevante per l'accesso ai dati finanziari, ESG ed alternativi

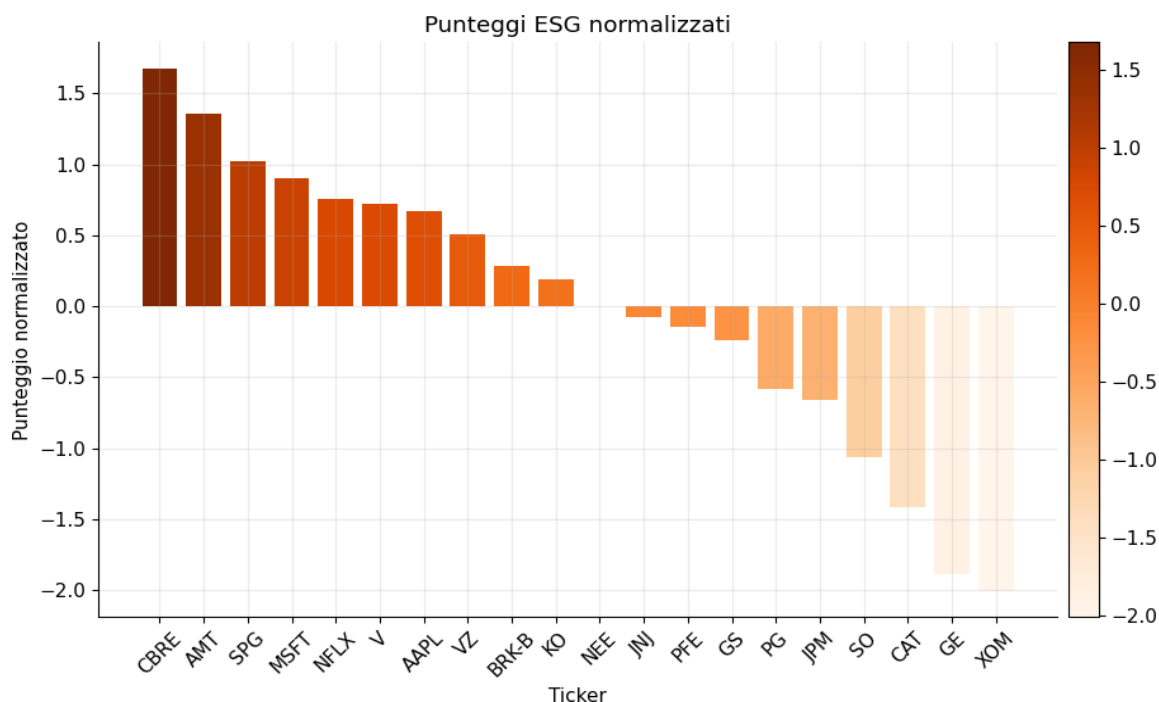


Figura 3: Punteggi ESG normalizzati dei titoli in portafoglio, dal più sostenibile al meno sostenibile

Nel caso del portafoglio ESG, a questi due input si aggiunge un vettore contenente i punteggi ESG aggregati, *normalizzati* tramite Z-score, ossia trasformati affinché abbiano media 0 e deviazione standard 1 (vedi Figura 3).

$$z_i = \frac{x_i - \mu}{\sigma}$$

Equazione 1: Normalizzazione Z-score dei punteggi ESG

Questa normalizzazione consente l'integrazione dei punteggi all'interno della funzione obiettivo, senza introdurre distorsioni dovute a scale diverse.

3.2 Costruzione dei portafogli

Il processo di costruzione del portafoglio si sviluppa lungo due configurazioni speculari, entrambe fondate sul framework media-varianza di Markowitz. La prima segue un approccio tradizionale, ottimizzando la composizione del portafoglio sulla base del solo trade-off tra rendimento atteso e rischio e massimizzando quello che è lo Sharpe ratio. La seconda invece integra un criterio aggiuntivo, introducendo la sostenibilità all'interno della funzione obiettivo e modellizzando così una preferenza esplicita per i titoli con

elevati punteggi ESG. Il portafoglio ESG è stato generato introducendo un vincolo di sostenibilità all'interno della procedura di ottimizzazione, senza modificare né l'universo dei titoli selezionati né la struttura teorica sottostante.

In entrambi i casi sono state considerate due varianti: una che consente l'assunzione di posizioni short, permettendo l'utilizzo di pesi negativi, e una più conservativa che impone la non negatività dei pesi, escludendo operazioni di vendita allo scoperto. Questa distinzione consente di valutare l'impatto dei vincoli operativi sulla forma della frontiera efficiente e sulla qualità della soluzione ottimale.

Inoltre, per mitigare la tendenza dell'ottimizzazione a concentrare i pesi su un numero ristretto di asset – dinamica frequentemente osservata nella massimizzazione dello Sharpe Ratio – è stato introdotto un termine di regolarizzazione L2. Tale componente agisce penalizzando le soluzioni troppo sbilanciate, promuovendo una maggiore diversificazione e una distribuzione più armonica del capitale all'interno del portafoglio.

Questa formulazione consente di preservare la coerenza formale del framework markowitziano, estendendone la portata verso un modello capace di incorporare preferenze extra-finanziarie senza modificare l'universo investibile, ma modulando l'equilibrio interno delle allocazioni in funzione della sostenibilità.

3.2.1 *Portafoglio tradizionale*

Il portafoglio tradizionale è stato costruito seguendo l'impostazione classica del modello media-varianza, ottimizzando la composizione sulla base esclusiva del trade-off tra rendimento atteso e rischio. L'obiettivo dell'allocazione consiste nella massimizzazione dello Sharpe Ratio, assumendo un *risk-free rate*¹⁵ pari al 2 per cento.

L'ottimizzazione è stata condotta in due configurazioni parallele. Nella prima, l'allocazione è vincolata alla sola positività dei pesi, costruendo un portafoglio long-only che riflette un approccio conservativo, coerente con le limitazioni operative dei fondi retail o armonizzati. I titoli selezionati concorrono così alla costruzione del portafoglio in

¹⁵ Il tasso privo di rischio è approssimato con i rendimenti dei titoli governativi a breve termine; in questo lavoro è assunto pari al 2%.

proporzione diretta alla loro efficienza rischio-rendimento, ma senza possibilità di vendite allo scoperto.

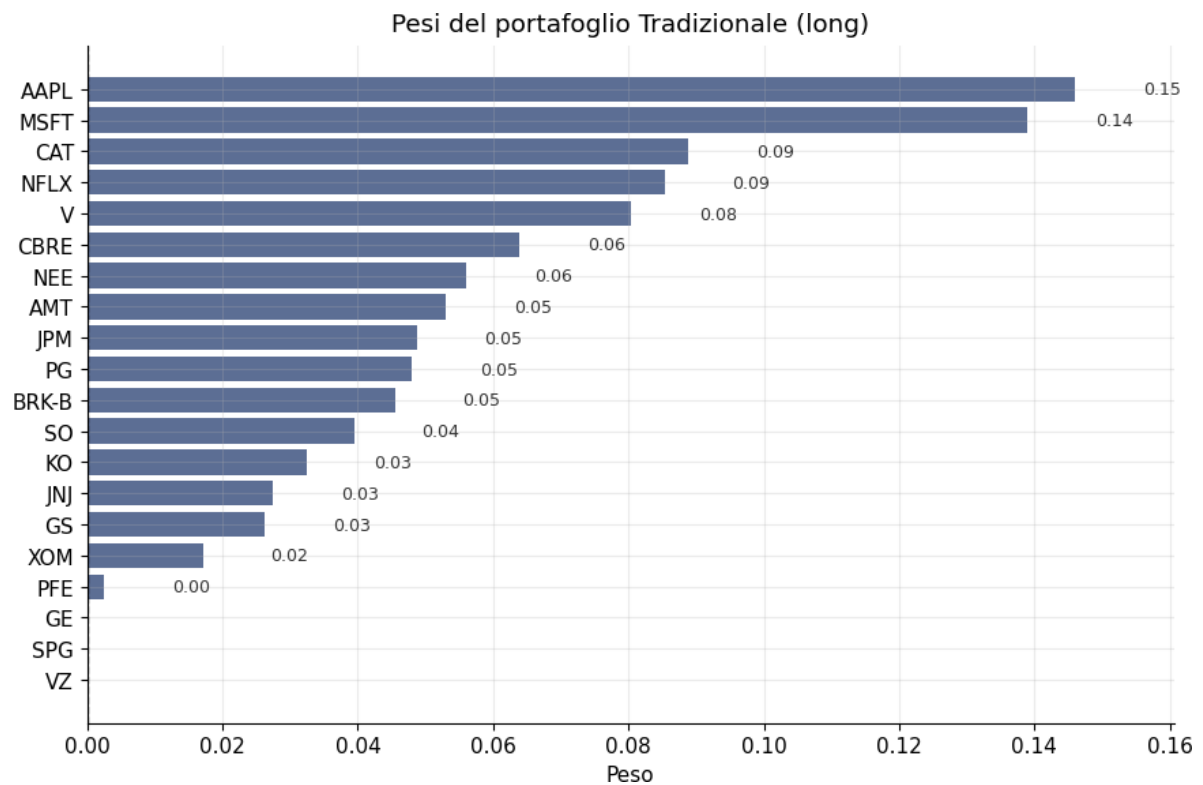


Figura 4: Allocazione dei pesi nel portafoglio tradizionale in configurazione long-only.

Nella seconda configurazione, l'ottimizzazione ha previsto anche l'utilizzo di pesi negativi, ammettendo posizioni short. In questo caso, l'algoritmo ha potuto disporre di maggiore libertà allocativa, sfruttando la possibilità di sovrappesare titoli con profilo ottimale e sottopesare (fino a valori negativi) quelli percepiti come meno efficienti in termini di Sharpe Ratio. La presenza di leve negative permette una più estesa esplorazione della frontiera efficiente, ma introduce una maggiore esposizione alla volatilità e al rischio sistemico.

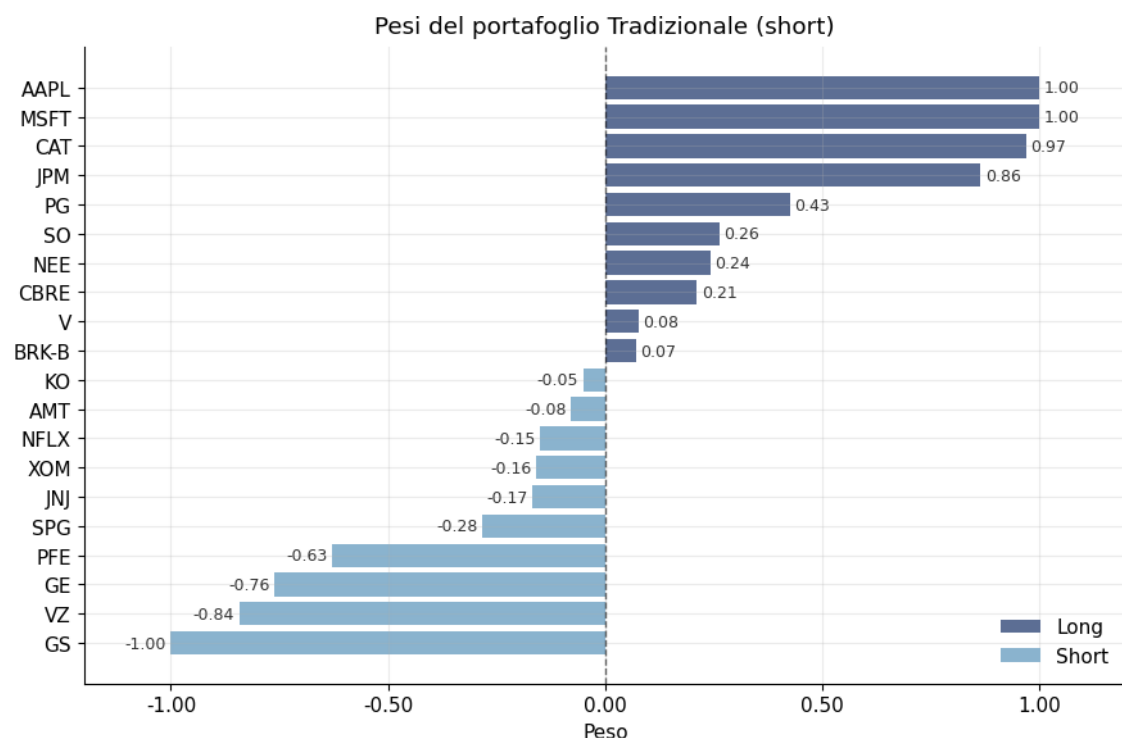


Figura 5: Allocations dei pesi nel portafoglio tradizionale con possibilità di short-selling.

3.2.2 Portafoglio ESG

Il portafoglio ESG è stato generato introducendo un vincolo di sostenibilità all'interno della procedura di ottimizzazione, senza modificare né l'universo dei titoli selezionati né la struttura teorica sottostante. L'algoritmo ha selezionato l'allocatione che massimizzasse lo Sharpe Ratio, imponendo però un livello minimo di punteggio ESG medio ponderato, in modo da garantire che la composizione finale riflettesse una preferenza attiva per la sostenibilità. La funzione di utilità adottata combina tre componenti: il rendimento atteso del portafoglio, il rischio misurato attraverso la varianza e un termine legato al punteggio ESG medio ponderato. In questo schema, il rendimento e il rischio restano i due pilastri fondamentali della moderna teoria del portafoglio, mentre la componente ESG funge da elemento di modulazione, incentivando allocazioni più sostenibili senza modificare l'universo investibile.

Formalmente, il problema di ottimizzazione può essere espresso come:

$$\max \mu^T w - \frac{1}{2} \lambda_{risk} w^T \Sigma w + \theta_{esg} s^T w$$

Equazione 2: Ottimizzazione della funzione obiettivo

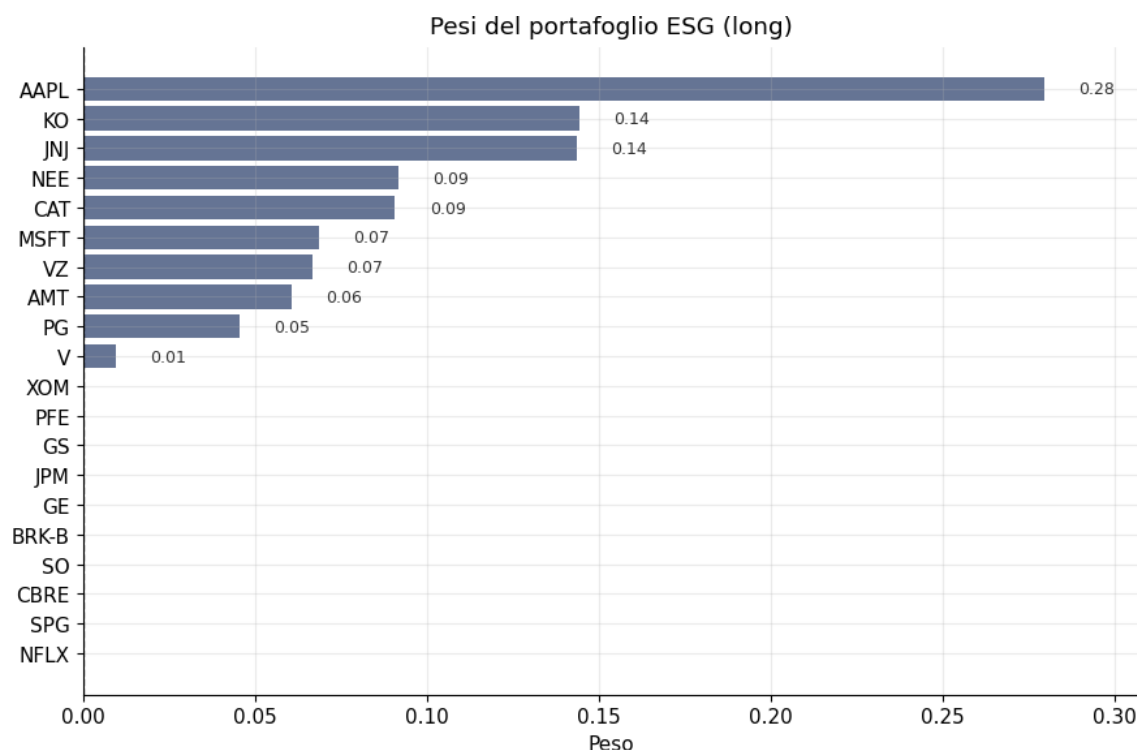


Figura 6: Allocazione dei pesi nel portafoglio ESG in configurazione long-only.

Anche in questo caso, sono stati considerati due scenari operativi – con e senza vendite allo scoperto – per osservare come il vincolo ESG incida sull’allocazione ottimale in contesti differenti.

L’imposizione del vincolo di sostenibilità modifica l’equilibrio interno del portafoglio, redistribuendo i pesi verso titoli con punteggi ESG più elevati, pur mantenendo l’efficienza rispetto al profilo rischio/rendimento.

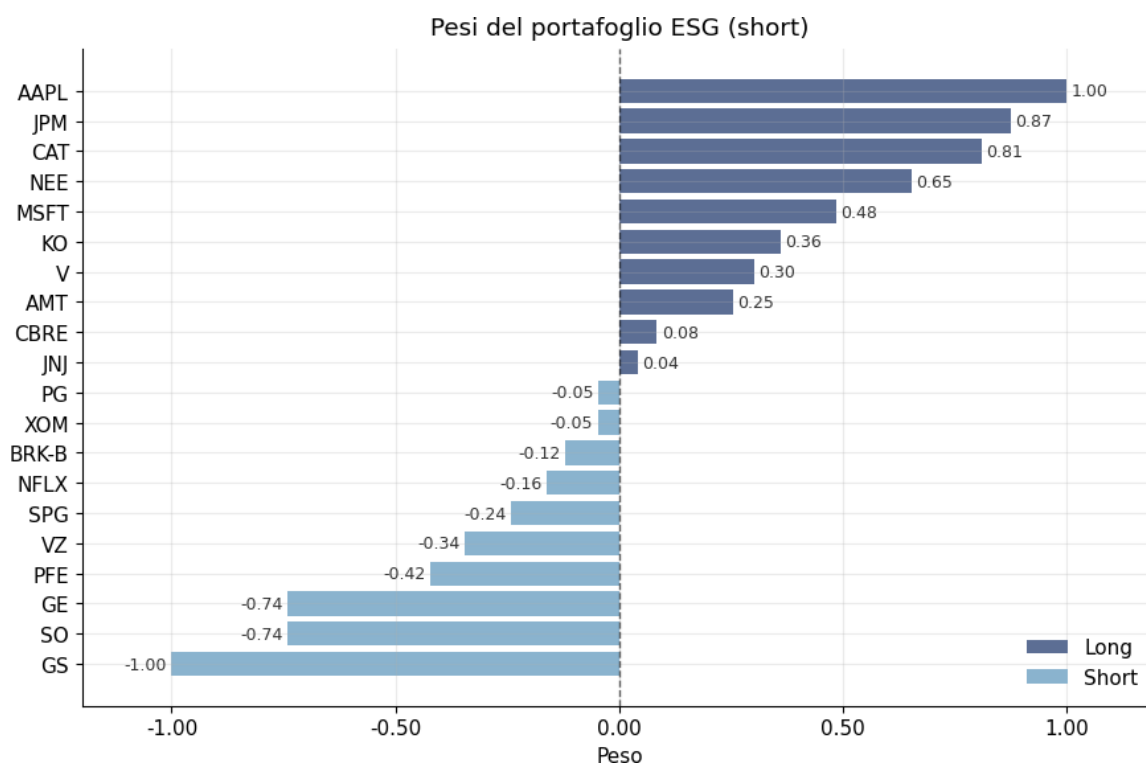


Figura 7: Allocazione dei pesi nel portafoglio ESG con possibilità di short-selling.

3.3 Costruzione delle Frontiere Efficienti

La frontiera efficiente rappresenta l'insieme dei portafogli ottimali che, per ogni dato livello di rischio, massimizzano il rendimento atteso. Si tratta di uno strumento teorico centrale nell'impostazione markowitziana e di Pedersen, utile per analizzare le implicazioni del modello in termini di scelte efficienti e compromessi tra rischio e rendimento.

Nel caso del portafoglio tradizionale, la frontiera è stata costruita utilizzando combinazioni ottimali di asset selezionati, senza introdurre vincoli ulteriori oltre a quelli classici della teoria finanziaria. Il processo ha previsto la generazione di una gamma di possibili portafogli efficienti, calcolando per ciascuno il livello di rischio associato al rendimento desiderato.

Per il portafoglio ESG, la costruzione della frontiera ha seguito un approccio analogo, ma con un adattamento metodologico rilevante: è stato infatti introdotto un vincolo aggiuntivo che impone al portafoglio un livello minimo di sostenibilità medio. Tale vincolo, che riflette le preferenze extra-finanziarie dell'investitore, modifica la

geometria della frontiera, restringendo lo spazio delle soluzioni ammissibili.

Il confronto tra le due curve consente di visualizzare in modo immediato l'effetto dell'integrazione ESG sul profilo rischio-rendimento dei portafogli.

3.4 *Approccio valutativo delle strategie*

Per confrontare in modo rigoroso l'efficienza dei portafogli costruiti, sono state adottate due metriche principali: lo Sharpe Ratio e il Max Drawdown. Questi indicatori, seppur concettualmente diversi, permettono di catturare due dimensioni fondamentali della performance: la qualità del rendimento e la resilienza nei periodi di stress.

3.4.1 *Rapporto di Sharpe*

Lo Sharpe Ratio misura il rendimento in eccesso rispetto al tasso privo di rischio per unità di rischio assunto. Rappresenta un indicatore sintetico dell'efficienza del portafoglio e consente un confronto diretto tra strategie differenti, in termini di rapporto rischio/rendimento.

$$\text{Sharpe Ratio} = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p}$$

Equazione 3: Formula del rapporto di Sharpe

3.4.2 *Drawdown*

Il Max Drawdown, invece, cattura la massima perdita percentuale subita da un portafoglio rispetto al suo valore massimo precedente, lungo l'intero periodo osservato. Si tratta di una metrica particolarmente utile per valutare la vulnerabilità alle crisi di mercato, e quindi la robustezza operativa dei portafogli, oltre l'ottica meramente teorica dell'efficienza.

L'uso congiunto di queste due metriche consente una valutazione più equilibrata, dove il rendimento atteso viene sempre considerato alla luce della sua stabilità e del potenziale rischio di perdite significative.

3.4.3 *Analisi di regressione*

Per valutare in che misura l'integrazione dei criteri ESG contribuisca alla performance dei portafogli costruiti, è stata condotta un'analisi di regressione lineare.

- La variabile dipendente è rappresentata dai rendimenti del portafoglio ESG, calcolati sulla base dei pesi ottimali ottenuti con il modello di ottimizzazione.
- Le variabili indipendenti includono tre fattori: il rendimento dell'indice ESG (MSCI KLD 400 Social (DSI)), che funge da proxy per l'effetto specifico della sostenibilità; il rendimento del mercato, catturato dall'andamento dell'S&P500, e un fattore momentum, rappresentato dall'indice MTUM, che controlla per l'effetto delle strategie di trend- following frequentemente osservate nella letteratura empirica.

In questo modo, la specificazione del modello consente di isolare il contributo dei fattori ESG dalle altre determinanti di mercato, fornendo un quadro più completo del legame tra sostenibilità e performance. La regressione assume la forma:

$$r_{p,t} = \alpha + \beta_{ESG} \times r_{ESG,t} + \beta_{MKT} \times r_{MKT,t} + \beta_{MOM} \times r_{MOM,t} + \varepsilon_t$$

Equazione 4: Formula della regressione lineare

dove $r_{p,t}$ indica i rendimenti del portafoglio ESG, $r_{ESG,t}$ il rendimento dell'indice ESG al netto dello S&P 500, $r_{MKT,t}$ il rendimento del mercato e $r_{MOM,t}$ il fattore momentum. Il coefficiente β_{ESG} cattura l'effetto incrementale attribuibile ai criteri di sostenibilità, mentre α riflette l'eventuale presenza di extra-rendimenti non spiegati dai fattori considerati.

Capitolo 4: Analisi dei Risultati

In questa sezione vengono presentati i risultati empirici ottenuti sull'orizzonte 2017–2023. L'obiettivo è verificare come l'introduzione del vincolo ESG modifichi il profilo rischio-rendimento dei portafogli rispetto alla costruzione tradizionale. L'analisi segue lo stesso impianto metodologico illustrato nel capitolo precedente: prima si confrontano le frontiere efficienti nelle due configurazioni considerate, long-only e con short-selling ammesso; successivamente si valutano le performance sintetiche attraverso Sharpe ratio e drawdown, per poi isolare il contributo specifico della sostenibilità tramite regressione.

4.1 Analisi delle Frontiere Efficienti

La frontiera efficiente rappresenta l'insieme delle combinazioni di portafoglio che, per ogni livello di rischio, offrono il rendimento atteso più elevato. Essa costituisce il nucleo della teoria di Markowitz, poiché permette di visualizzare il compromesso rischio-rendimento che caratterizza le scelte dell'investitore.

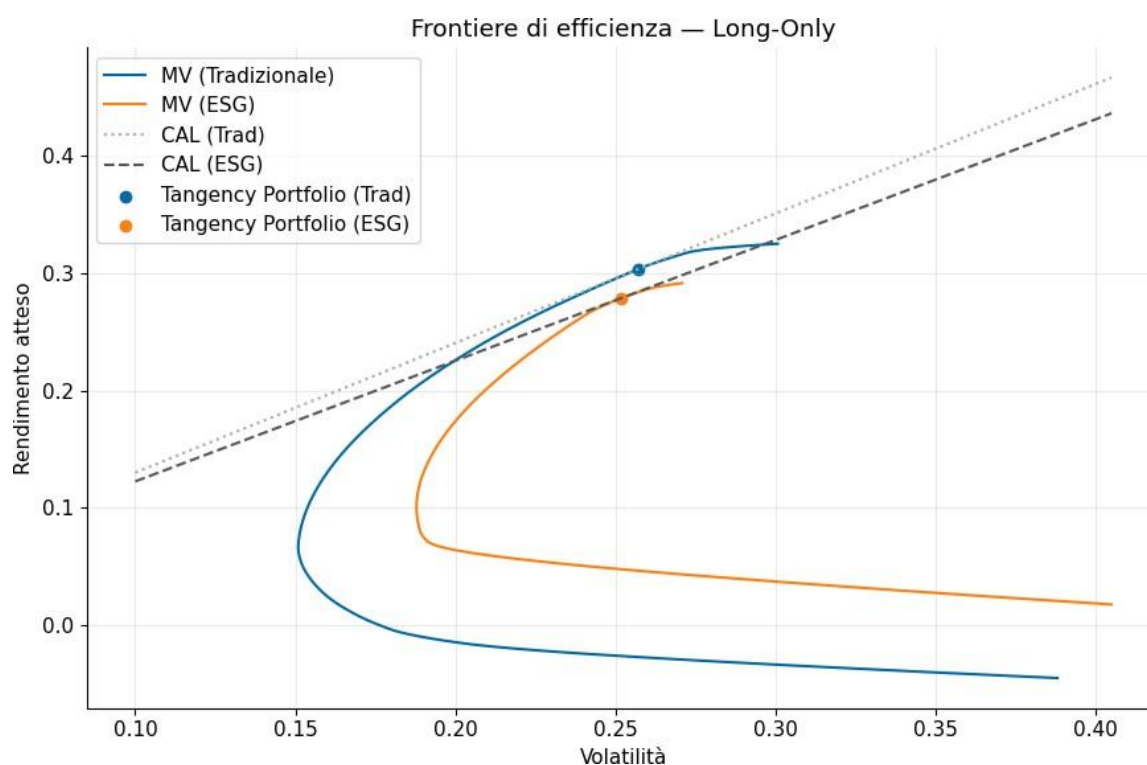


Figura 8: Frontiere efficienti in configurazione long-only

Nel caso dei portafogli long-only (Vedi *Figura 8*), i risultati mostrano una leggera distinzione tra l'approccio tradizionale e quello ESG. La frontiera costruita senza vincoli di sostenibilità domina parzialmente quella ESG, segnalando un costo in termini di rendimento atteso per i portafogli orientati alla sostenibilità. Nella parte centrale della curva, tuttavia, le differenze risultano contenute e la distanza tra i due profili tende a ridursi, suggerendo che l'integrazione ESG non penalizza in maniera significativa gli investitori con propensione al rischio moderata.

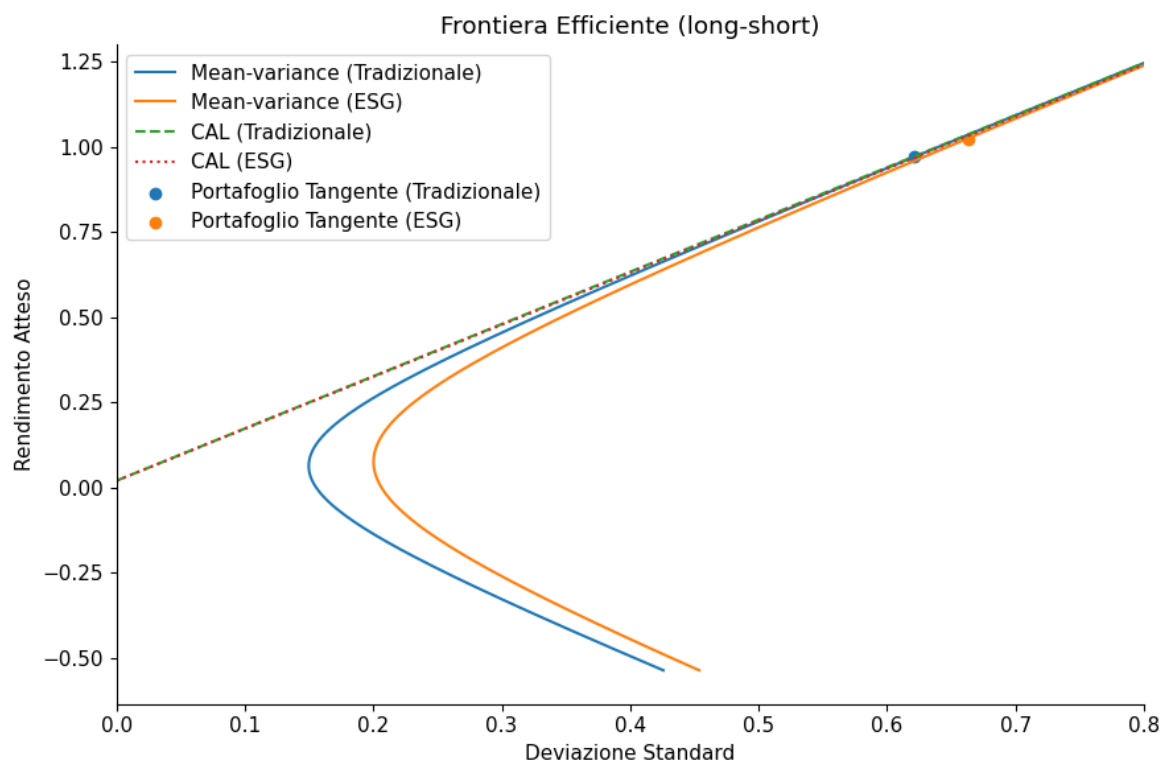


Figura 9: Frontiere efficienti con short-selling ammesso.

Lo scenario con short-selling ammesso (*Figura 9*) evidenzia come le due frontiere non siano perfettamente sovrapposte. La frontiera ESG, più spostata verso destra, richiede livelli di rischio più elevati per raggiungere gli stessi rendimenti. Le Capital Allocation Line risultano invece molto vicine, così come i portafogli di tangenza, a conferma che l'impatto del vincolo ESG si concentra soprattutto nelle zone estreme della frontiera. In generale, l'inclusione del vincolo di sostenibilità riduce l'efficienza complessiva senza però annullare la possibilità di costruire portafogli competitivi.

Nello scenario di short-selling, la restrizione sulla sostenibilità risulta meno vincolante rispetto al caso long-only, poiché l'algoritmo può assegnare pesi negativi ai titoli con punteggi ESG bassi, penalizzandone l'influenza sul portafoglio complessivo.

4.1.1 Interpretazione per l'investitore

Dal punto di vista dell'investitore, i risultati mostrano come l'introduzione del vincolo ESG modifichi in misura non trascurabile le possibilità di allocazione.

Nel caso long-only, la frontiera ESG tende a collocarsi leggermente al di sotto di quella tradizionale, a testimonianza di un compromesso tra rendimento atteso e preferenze di sostenibilità. In altre parole, l'investitore che accetta il vincolo ESG rinuncia a una porzione di rendimento potenziale per ottenere un portafoglio meglio allineato a criteri di responsabilità sociale, con una struttura più bilanciata e diversificata. Questo effetto è particolarmente visibile nei livelli di rischio più bassi, dove la presenza del vincolo limita la possibilità di concentrare i pesi su pochi titoli più performanti.

Quando invece si introduce la possibilità di operare vendite allo scoperto, la distanza tra le due frontiere tende a ridursi. Ciò indica che l'integrazione ESG non comporta una penalizzazione significativa dell'efficienza allocativa se l'investitore dispone di strumenti più flessibili. La possibilità di posizionarsi short consente infatti di recuperare parte del rendimento sacrificato, rendendo la frontiera ESG quasi sovrapposta a quella tradizionale. In questo scenario, la sostenibilità non si traduce in un vincolo rigido ma in un riequilibrio interno delle scelte, dove l'allocazione rimane competitiva senza perdere in coerenza rispetto ai criteri extra-finanziari.

In sintesi, le evidenze confermano che l'adozione di un approccio ESG non elimina la logica rischio-rendimento ma la arricchisce di una dimensione ulteriore. L'investitore può quindi valutare se accettare un compromesso parziale in termini di rendimento, specialmente in contesti con vincoli stringenti, oppure sfruttare margini di flessibilità operativa che rendono sostenibilità ed efficienza quasi pienamente compatibili.

4.2 Analisi dello Sharpe Ratio

Il primo aspetto che emerge da questa analisi riguarda il portafoglio tradizionale con la possibilità di operare vendite allo scoperto, che ottiene il valore di Sharpe più elevato (1.38). Questo risultato riflette la piena flessibilità allocativa concessa dall'assenza di vincoli, sia in termini di criteri ESG sia in termini di posizionamento. L'investitore, libero da restrizioni, può infatti ottimizzare il portafoglio secondo i principi della teoria media-varianza di Markowitz, massimizzando il rendimento corretto per il rischio attraverso l'uso di leve positive e negative sui diversi titoli. In questo scenario, la logica è puramente finanziaria e il rendimento rimane l'unico driver delle scelte (vedi Figura 10).

Sharpe ratio (annuo)

Portafoglio	Sharpe
Tradizionale (short ammessi)	1.38
ESG (short ammessi)	1.28
Tradizionale (long-only)	1.00
ESG (long-only)	0.96

Figura 10: Confronto dei valori di Sharpe Ratio per portafogli tradizionale ed ESG, long-only e short-admitted

Scendendo nella configurazione long-only, il portafoglio tradizionale registra uno Sharpe inferiore (1.00). L'imposizione del vincolo di sola positività dei pesi riduce le possibilità di gestione in contesti ribassisti, impedendo di sfruttare titoli meno performanti tramite posizioni corte. Tuttavia, l'assenza di criteri ESG mantiene comunque un profilo di efficienza accettabile, dimostrando che, anche in presenza di vincoli operativi, la strategia tradizionale conserva la capacità di generare rendimenti competitivi rispetto al rischio assunto.

Il confronto diventa più interessante nel caso dei portafogli ESG. Con short selling ammesso, il rapporto di Sharpe (1.28) si avvicina quello del portafoglio tradizionale con la stessa flessibilità, suggerendo che l'introduzione dei criteri di sostenibilità, pur comportando un costo in termini di universi investibili, non penalizza significativamente l'efficienza se accompagnata da una gestione dinamica. La possibilità di assumere posizioni corte consente infatti di recuperare parte del rendimento sacrificato, mantenendo la competitività del

portafoglio anche sul piano rischio-rendimento. Questo risultato è coerente con la letteratura, che evidenzia come le strategie ESG non debbano necessariamente implicare un compromesso forte, se integrate con strumenti di gestione avanzata.

Il valore più basso è invece osservato nel portafoglio ESG in configurazione long-only, con uno Sharpe pari a 0.96. Qui la combinazione dei due vincoli, sostenibilità e assenza di short selling, riduce sensibilmente lo spazio di manovra dell'investitore. Ne risulta un portafoglio meno efficiente dal punto di vista finanziario, ma al tempo stesso più coerente con un orientamento gestionale responsabile, dove la priorità non è massimizzare la performance ma garantire un allineamento con principi di sostenibilità. In questo caso, la riduzione dello Sharpe Ratio rappresenta il costo opportunità legato alla scelta di privilegiare obiettivi extra-finanziari, un trade-off ampiamente discusso nella teoria e nella prassi degli investimenti responsabili.

Anche il grafico (Figura 11) mostra come i portafogli long-short siano in media più efficienti dei long-only, con valori di Sharpe ratio più elevati a parità di rendimento atteso.

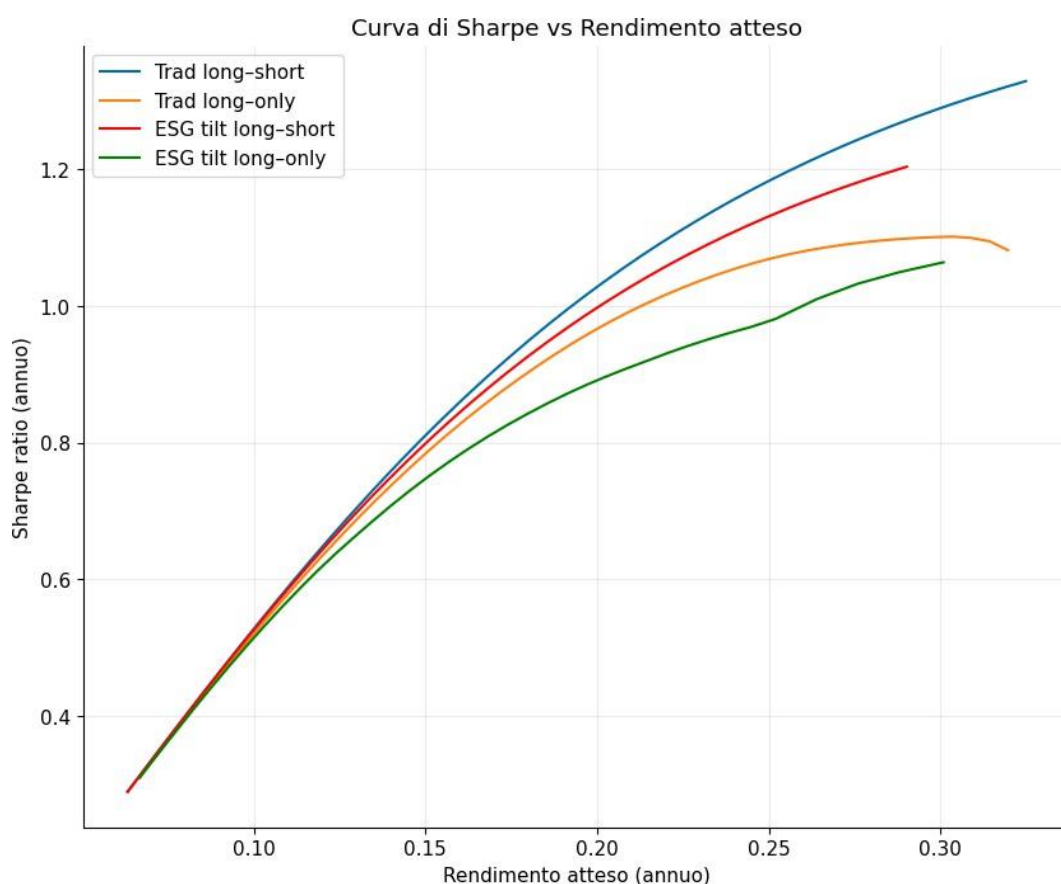


Figura 11: Curve di Sharpe vs rendimento atteso per portafogli tradizionali ed ESG, configurazioni long-only e long-short.

4.2.1 Sharpe Ratio e sostenibilità: evidenze dai vincoli

Il grafico (vedi *Figura 12*) consente di osservare come la relazione tra sostenibilità e rendimento corretto per il rischio assuma sfumature diverse a seconda della configurazione.

Nel pannello sinistro, che rappresenta il caso con possibilità di short selling, la curva dello Sharpe Ratio presenta un andamento concavo. L'efficienza massima si raggiunge in corrispondenza di un vincolo ESG prossimo allo zero, ovvero quando la sostenibilità non pesa in modo eccessivo sulle scelte allocative.

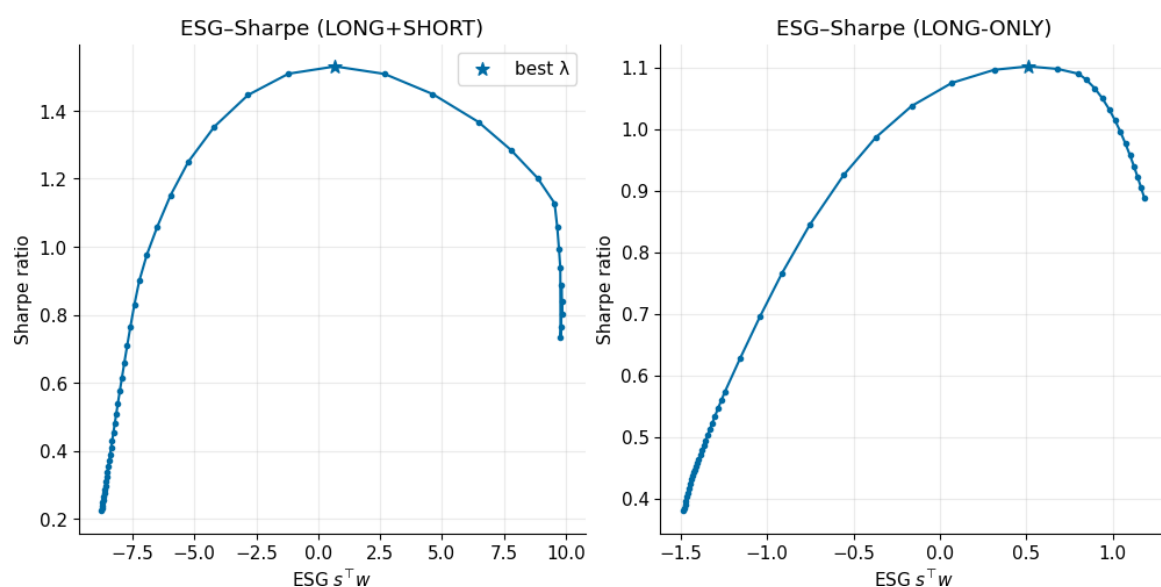


Figura 12: Sharpe Ratio al variare dei vincoli ESG nelle due configurazioni

Vincoli troppo rigidi o troppo rilassati portano a una riduzione dello Sharpe, segnalando che l'equilibrio ottimale si colloca in una fascia intermedia. Nel pannello destro, relativo al portafoglio long-only, la curva è più contenuta, ma il massimo dello Sharpe si registra per un vincolo ESG positivo. In altre parole, un livello moderato di sostenibilità sembra addirittura migliorare la performance aggiustata per il rischio, creando un portafoglio più stabile e bilanciato. Spingersi oltre questa soglia riduce nuovamente l'efficienza, ma in misura meno marcata rispetto allo scenario con short.

L'interpretazione complessiva suggerisce che l'integrazione ESG non va intesa come un freno alla performance, bensì come un vincolo che, se calibrato correttamente, può persino

rafforzare l'efficienza del portafoglio. Nel caso long-short, il beneficio si ottiene mantenendo la sostenibilità entro limiti moderati, mentre nel long-only emerge come l'ESG, se ben dosato, possa contribuire a ridurre la volatilità e stabilizzare i rendimenti.

4.3 Analisi dei Drawdown

Un ulteriore aspetto rilevante nell'analisi riguarda la capacità dei portafogli di resistere agli shock di mercato, valutata attraverso il Max Drawdown (Figura 13).

Portafoglio	Max Drawdown
Tradizionale	-31.50%
ESG	-29.59%

Figura 13: MaxDrawdown per i due portafogli

Il portafoglio tradizionale ha toccato una perdita massima del -31,50%, mentre quello ESG si è fermato al -29,59%. La differenza è contenuta, ma lascia intravedere come l'integrazione dei criteri di sostenibilità possa contribuire, almeno in parte, a contenere le fasi più critiche.

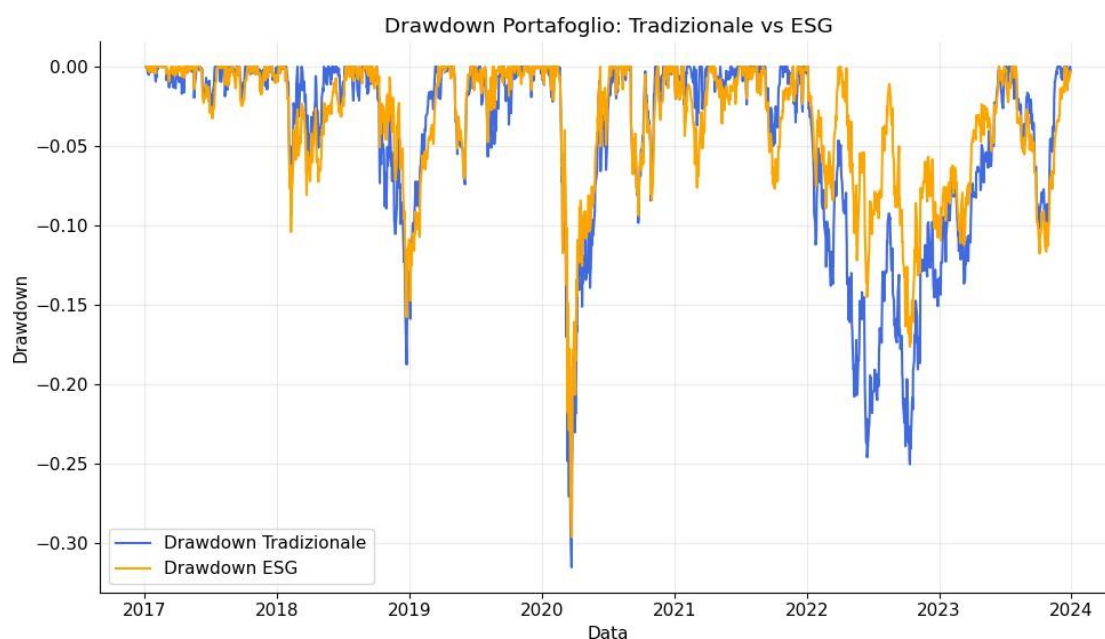


Figura 14: Rappresentazione grafica drawdown dei due portafogli

Il confronto visivo riportato in Figura 14 evidenzia come i momenti di drawdown più profondi coincidano per entrambi i portafogli, segno che gli shock sistemici, dalla crisi pandemica del 2020 alla correzione del 2022, hanno inciso in modo simile sulle due strategie. Tuttavia, la curva ESG appare meno marcata nelle fasi di caduta più intensa, e dimostra una resilienza superiore nella velocità del recupero. In altri termini, l'ESG sembra offrire un vantaggio strutturale nella ripresa post-crisi, e garantisce un impatto marginalmente più contenuto nei momenti peggiori.

Va inoltre osservato che la forte esposizione del portafoglio ESG ai titoli tecnologici contribuisce a mantenere le curve di drawdown molto simili a quelle del portafoglio tradizionale. Questo risultato, tuttavia, non rappresenta uno svantaggio: al contrario, dimostra che anche in presenza di una concentrazione settoriale rilevante il portafoglio ESG non perde in termini di resilienza, confermando la solidità delle evidenze empiriche.

L'analisi del drawdown conferma alcune intuizioni teoriche del modello ESG Frontier di Pedersen et al. (2021). Sebbene i due portafogli mostrino un andamento simile nelle fasi di crisi sistemiche, il portafoglio ESG tende a registrare perdite meno profonde nei momenti di massimo stress. Questo risultato è coerente con l'ipotesi che l'integrazione dei criteri ESG riduca l'esposizione a rischi estremi e reputazionali, contribuendo a contenere le perdite più gravi.

In tale prospettiva, l'investitore motivato ad adottare vincoli ESG accetta un possibile sacrificio in termini di rendimento atteso medio, in cambio di una maggiore protezione nelle fasi di drawdown più intensi.

4.4 Evidenze della regressione lineare

Per completare l'analisi, è stata stimata una regressione lineare multipla sui rendimenti del portafoglio ESG.

OLS Regression Results						
Dep. Variable:	r_port_esg	R-squared:	0.866			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.865			
Method:	Least Squares	F-statistic:	2128.			
Date:	Sat, 20 Sep 2025	Prob (F-statistic):	0.00			
Time:	15:33:42	Log-Likelihood:	6933.3			
No. Observations:	1759	AIC:	-1.386e+04			
Df Residuals:	1755	BIC:	-1.384e+04			
Df Model:	3					
Covariance Type:	HC3					
	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
const	0.0003	0.000	2.610	0.009	7.28e-05	0.001
r_esg_factor	0.6211	0.087	7.154	0.000	0.451	0.791
r_mkt	0.2950	0.087	3.401	0.001	0.125	0.465
r_mom	0.0522	0.023	2.286	0.022	0.007	0.097
Omnibus:	264.083	Durbin-Watson:	1.930			
Prob(Omnibus):	0.000	Jarque-Bera (JB):	3700.083			
Skew:	-0.148	Prob(JB):	0.00			
Kurtosis:	10.099	Cond. No.	906.			

Notes:

[1] Standard Errors are heteroscedasticity robust (HC3)

Figura 15: Evidenze regressione lineare.

- $R^2 = 0.866$

Il modello spiega circa l'86% della variabilità dei rendimenti del portafoglio ESG. Si tratta di un valore elevato, che segnala una forte capacità esplicativa dei fattori considerati.

- Coefficiente ESG factor (0.6211, $p < 0.000$)

Il coefficiente è positivo e altamente significativo. Indica che l'effetto incrementale legato al fattore ESG è consistente: a parità di condizioni, un incremento unitario del rendimento

dell'indice ESG rispetto al mercato è associato a un aumento del 62% del rendimento del portafoglio ESG. Questo risultato evidenzia che la componente ESG non solo è rilevante, ma ha un ruolo strutturale nella performance.

- *Coefficiente Market (0.2950, $p < 0.001$)*

Il coefficiente è positivo e significativo. Conferma che la dinamica del portafoglio ESG è strettamente legata al mercato (S&P 500).

- *Coefficiente Momentum (0.0522, $p \approx 0.022$)*

Il coefficiente è positivo e significativo. L'impatto è marginale, indicando che le strategie di trend-following hanno un'influenza secondaria rispetto ai driver ESG e di mercato.

- *Alpha (costante 0.0003, $p < 0.01$)*

La costante è positiva e statisticamente significativa, suggerendo la presenza di un extra-rendimento non spiegato dai fattori, seppur molto contenuto in valore assoluto.

La regressione mostra che la performance del portafoglio ESG è spiegata in larga parte dal fattore ESG. Questo indica che la sostenibilità non rappresenta un vincolo esterno o un costo, ma un driver effettivo di rendimento. Il momentum aggiunge un contributo marginale, coerente con la letteratura che ne riconosce un effetto meno stabile.

In sintesi, l'analisi empirica conferma che l'integrazione ESG non si limita a modificare la frontiera efficiente, ma costituisce un determinante rilevante della performance, con un impatto paragonabile a quello del mercato stesso.

Capitolo 5: Conclusioni

5.1 Sintesi dei risultati

L'analisi condotta in questo lavoro ha avuto come obiettivo quello di indagare l'impatto dell'integrazione dei criteri ESG nella costruzione di portafogli efficienti, confrontando approcci tradizionali e sostenibili in diversi scenari.

L'evidenza empirica ha mostrato come l'introduzione di vincoli ESG possa modificare il profilo rischio-rendimento, senza tuttavia stravolgere la logica sottostante della moderna teoria di portafoglio.

Le frontiere efficienti hanno evidenziato che, nel caso di portafogli long-only, l'imposizione del vincolo ESG comporta un leggero arretramento rispetto alla frontiera tradizionale, segnalando un costo opportunità in termini di rendimento potenziale. Tuttavia, questo costo si riduce significativamente quando si considerano scenari più flessibili con short-selling, dove le due curve risultano quasi sovrapposte.

Anche l'analisi dello Sharpe Ratio ha confermato questa dinamica: i portafogli tradizionali ottengono valori più elevati quando privi di vincoli, ma l'integrazione ESG non penalizza affatto l'efficienza allocativa ma può anzi essere utilizzata per strategie di lungo termine, confermando la grande resilienza di stock ad alto rating ESG.

Il MaxDrawdown ha inoltre evidenziato come i portafogli sostenibili presentino una maggiore resilienza nelle fasi di shock, con perdite più contenute nei periodi peggiori rispetto ai portafogli tradizionali, ma soprattutto una maggiore resilienza nei periodi di mercati ribassisti.

Infine, la regressione ha mostrato che il fattore ESG contribuisce in misura significativa nella spiegazione della performance del portafoglio. Con un R^2 pari a 0,866 il modello cattura gran parte della variabilità dei rendimenti, evidenziando un coefficiente ESG positivo e altamente significativo, pari a 0,6211.

5.2 Confronto con la Letteratura

I risultati ottenuti si inseriscono nel dibattito accademico ed empirico sulla relazione tra sostenibilità e performance finanziaria. Coerentemente con quanto teorizzato da Pedersen et al., l'integrazione dei criteri ESG non si limita a modificare la frontiera efficiente, ma può contribuire alla ridefinizione stessa del concetto di efficienza, arricchendolo di una dimensione extra-finanziaria. L'evidenza di un contributo significativo e positivo del fattore ESG si allinea con la prospettiva degli investitori "aware" e "motivated" descritti dagli autori, che vedono nella sostenibilità non solo un indicatore di rischio latente, ma anche un valore intrinseco capace di generare benefici di lungo periodo.

Allo stesso tempo, i risultati dialogano con la letteratura di behavioral finance (Statman, 2004; Bollen e Posner, 2009), che sottolinea come le preferenze degli investitori possano orientare le scelte allocative degli investitori.

L'evidenza di un "greenium", ovvero di un rendimento potenziale inferiore per i titoli più sostenibili, trova qui un riscontro parziale: se è vero che la frontiera ESG, è altrettanto vero che l'efficienza complessiva di portafoglio rimane intatta, soprattutto in scenari più flessibili.

5.3 Limiti dello studio

In primo luogo, la selezione dei titoli e l'uso dei punteggi ESG di Sustainalytics riflettono scelte metodologiche precise, che non esauriscono la complessità del fenomeno.

Differenti dataset o metodologie di rating avrebbero potuto condurre a risultati parzialmente divergenti, soprattutto considerando la nota eterogeneità tra i vari provider di rating ESG.

Un secondo limite riguarda l'orizzonte temporale analizzato, che, sebbene includa eventi rilevanti come la pandemia e la crisi energetica, rimane relativamente breve per trarre conclusioni definitive sulla natura strutturale della relazione tra ESG e performance. Un'estensione a periodi più estesi o l'inclusione di dati cross-country avrebbe potuto restituire un altro quadro.

Infine, la modellizzazione si è concentrata su portafogli azionari, trascurando l'impatto dell'ESG su asset class alternative come Private Equity¹⁶ o Real Estate. L'integrazione multi-asset costituirebbe un'estensione naturale e utile per verificare la solidità dei risultati.

¹⁶ Investimento in capitale di rischio in società non quotate, spesso con strategie di medio-lungo periodo.

5.4 Prospettive future e implicazioni attuali

Le implicazioni di questa analisi si collocano in un contesto in cui la finanza sostenibile non rappresenta più una nicchia, ma un pilastro della regolamentazione e delle strategie di investimento. La crescente importanza di normative come la SFDR e la Tassonomia europea, unite all'attenzione crescente delle autorità verso il fenomeno del greenwashing, rende la qualità dei dati ESG un elemento decisivo per la credibilità dell'intero settore.

Per quanto riguarda le prospettive future più promettenti abbiamo la crescente integrazione di Machine Learning per la valutazione ESG potrebbe migliorare la qualità predittiva dei modelli, riducendo i problemi di incompletezza e disomogeneità dei dati.

Allo stesso tempo, l'analisi dei *climate risk*¹⁷, attraverso scenari di transizione e stress test, permetterebbe di comprendere meglio l'impatto dei fattori ambientali sul valore degli asset.

Dal punto di vista degli investitori, i risultati suggeriscono che la sostenibilità non debba essere necessariamente vista come un costo o un vincolo, ma come una leva strategica capace di rafforzare la resilienza del portafoglio. In un contesto caratterizzato da rischi globali crescenti l'adozione di criteri sostenibili può rappresentare non solo una scelta valoriale, ma anche una decisione finanziaria razionale per il lungo termine.

¹⁷ Rischio finanziario derivante dai cambiamenti climatici o politiche di transizione energetica.

Appendice

Analisi grafica supplementare

Oltre alle metriche principali, sono stati prodotti alcuni grafici diagnostici per valutare la distribuzione dei rendimenti e verificare le ipotesi alla base dei modelli.

In particolare, gli istogrammi con curva normale sovrapposta consentono di osservare deviazioni dalla normalità, mentre i QQ-plot mettono in evidenza code pesanti e asimmetrie nei dati. Queste evidenze giustificano l'impiego di misure di rischio aggiuntive e permettono di interpretare in modo più consapevole i risultati delle regressioni e delle valutazioni di performance.

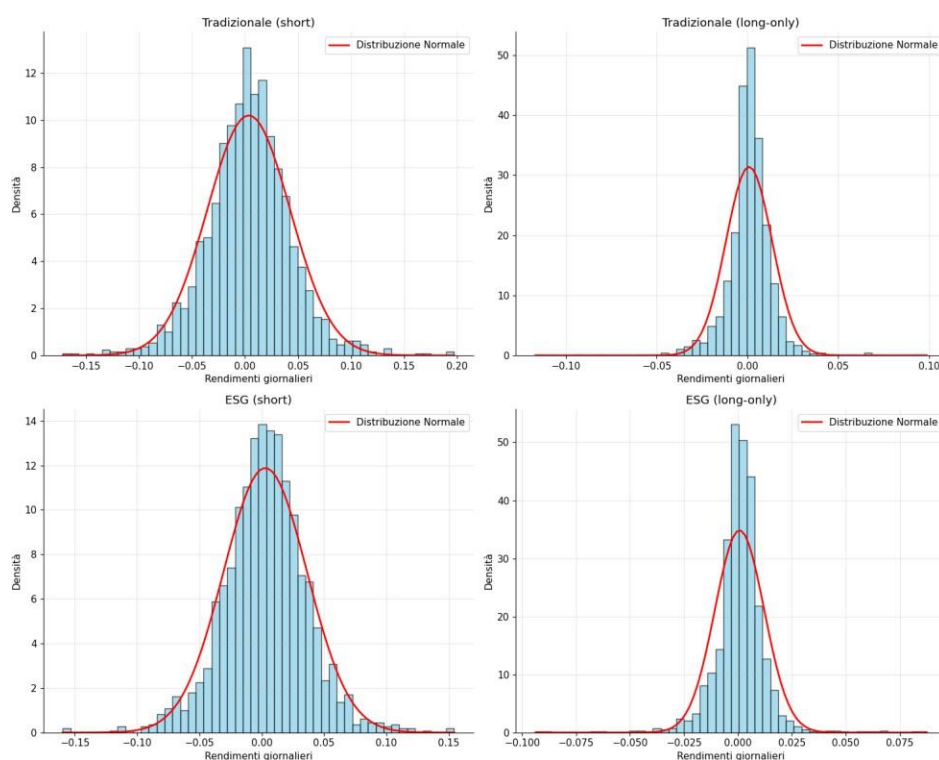


Figura 16: Distribuzione dei rendimenti giornalieri per portafogli tradizionali ed ESG, in configurazioni long-only e long-short, con confronto rispetto alla distribuzione normale.

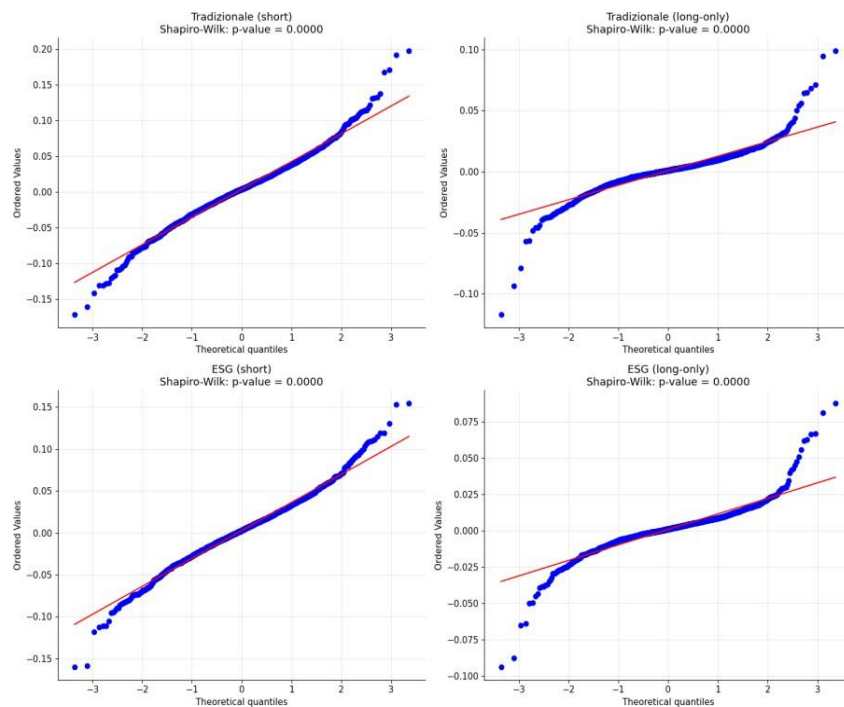


Figura 17: QQ-plot dei rendimenti giornalieri per portafogli tradizionali ed ESG, in configurazioni long-only e long-short.

L'analisi dei residui consente di verificare la coerenza del modello di regressione (vedi Figura 18). I grafici permettono di controllare la linearità, la normalità e l'assenza di autocorrelazione, fornendo indicazioni sulla validità delle inferenze statistiche.

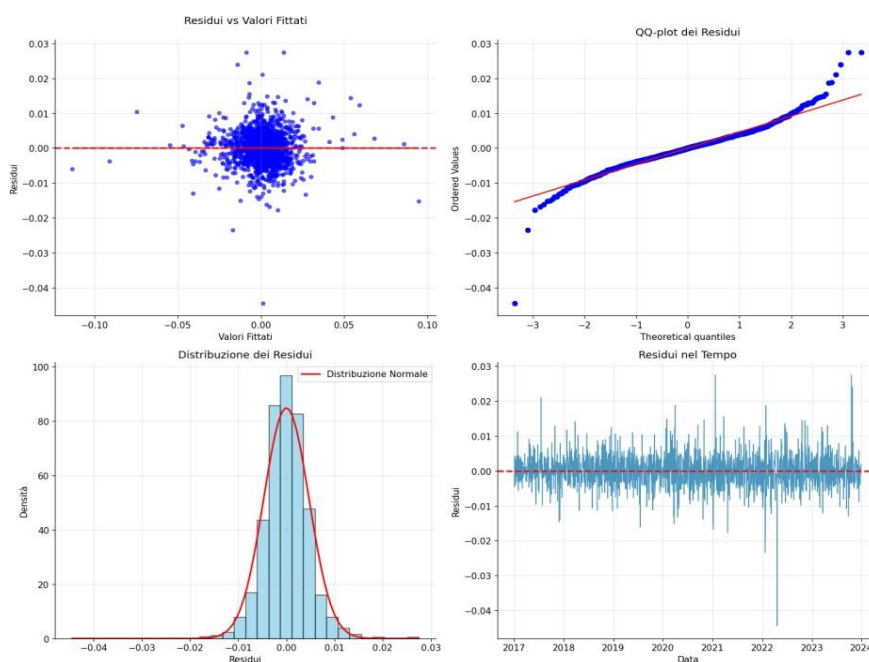


Figura 18: Residui della regressione lineare

Formulario

Misure di base dei rendimenti

Equazione 5: Rendimento

Il rendimento di un investimento è calcolato come la variazione percentuale del prezzo rispetto al periodo precedente. La formula del rendimento R_t in un periodo t è:

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

Equazione 6: Volatilità

La volatilità rappresenta la deviazione standard dei rendimenti, ovvero la misura della dispersione rispetto alla media:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (R_t - \mu)^2}$$

Equazione 7: Covarianza

La covarianza misura il grado di variazione congiunta tra due titoli X e Y .

$$Cov(X, Y) = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (X_t - \bar{X})(Y_t - \bar{Y})$$

Misure di performance risk-adjusted

Equazione 8: Sortino Ratio

Variante dello Sharpe Ratio (vedi Equazione 1) che considera solo la volatilità negativa (downside risk):

$$S_o = \frac{R_p - R_f}{\sigma_d}$$

dove σ_d è la deviazione standard dei soli rendimenti inferiori a una soglia prefissata.

Equazione 9: Treynor Ratio

Anche questo simile allo Sharpe, ma utilizza il rischio sistematico invece della volatilità.

$$T = \frac{R_p - R_f}{\beta_p}$$

Misure di performance relative

Equazione 10: Alpha

L'alfa misura la performance di un portafoglio rispetto a un benchmark, per esempio SP500, ed è dato dalla seguente:

$$\alpha = R_p - [R_f + \beta_p(R_m - R_f)]$$

Equazione 11: Beta

Il beta indica la sensibilità del rendimento del portafoglio rispetto al rendimento del mercato:

$$\beta_p = \frac{Cov(R_p, R_m)}{\sigma_m^2}$$

Misure di rischio estremo

Equazione 12: Value at Risk (VaR)

Misura la perdita massima attesa a un dato livello di confidenza (α) e orizzonte temporale:

$$VaR_\alpha = \mu_p + z_\alpha \sigma_p$$

dove z_α è il quantile della distribuzione normale standard.

Equazione 13: Conditional Value at Risk (CVaR)

Il CVaR (o expected shortfall) rappresenta la perdita media condizionata al superamento del VaR:

$$CVaR_\alpha = E[R_p | R_p \leq VaR_\alpha]$$

Bibliografia

Articoli Accademici

- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77–91.
- Pedersen, L. H., Fitzgibbons, S., & Pomorski, L. (2021). Responsible Investing: The ESG-Efficient Frontier. *Journal of Financial Economics*, 142(2), 572–597.
- Sharpe, W. F. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. *The Journal of Finance*, 19(3), 425–442.
- Lintner, J. (1965). The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets. *Review of Economics and Statistics*, 47(1), 13–37.
- Mossin, J. (1966). Equilibrium in a Capital Asset Market. *Econometrica*, 34(4), 768–783.
- Fama, E. F., & French, K. R. (1992). The Cross-Section of Expected Stock Returns. *Journal of Finance*, 47(2), 427–465.
- Fama, E. F., & French, K. R. (1993). Common Risk Factors in the Returns on Stocks and Bonds. *Journal of Financial Economics*, 33(1), 3–56.
- Heinkel, R., Kraus, A., & Zechner, J. (2001). The Effect of Green Investment on Corporate Behavior. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 36(4), 431–449.
- Statman, M. (2004). The Diversification Puzzle. *Financial Analysts Journal*, 60(4), 44–53.
- Bollen, N. P. B., & Posnikoff, J. M. (2009). Socially Responsible Mutual Funds: An Investment Alternative for Investors. *Journal of Business Ethics*, 82(4), 659–680.

Documenti di Ricerca

- Global Sustainable Investment Review (GSIR). (2020). *Global Trends in Sustainable Investment*. Accessibile online presso [<https://www.gsi-alliance.org/>].

Risorse Online

- Yahoo Finance. (2023). *Stock Market Data & Historical Prices*. Accessibile online presso [<https://finance.yahoo.com/>].
- Python PyPortfolioOpt Documentation. (2022). *Python for Portfolio Optimization*. Accessibile online: [<https://pyportfolioopt.readthedocs.io/en/latest/>]
- Kaggle. Sustainalytics ESG Score Dataset Accessibile online presso [<https://www.kaggle.com>].