



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA

DIPARTIMENTO DI ECONOMIA E MANAGEMENT

Corso di Laurea Magistrale
in Moneta, Finanza e Risk management

Tesi di Laurea

Gli hedge fund e la diversificazione di portafoglio.
Un'analisi empirica

Relatore: Chiar.mo Prof. Ignazio Giorgio Basile

Correlatore: Chiar.mo Prof. Guido Abate

Laureando:
Piloni Daniele

Matricola n. 90346

Anno Accademico 2019/2020

Indice

1. Introduzione	5
1.1 Gli hedge fund: definizione e caratteristiche	5
1.2 Gli stili di gestione	7
1.2.1 Le strategie direzionali	7
1.2.2 Le strategie non direzionali	8
1.3 Le caratteristiche tecniche	9
1.3.1 Rischio di liquidità	9
1.3.2 Trasparenza e conflitti d'interesse	10
1.3.3 Correlazione	11
1.3.4 Distribuzione e tail risk	12
1.3.5 Autocorrelazione	13
2. Analisi e valutazione della performance	15
2.1 I database di hedge fund	15
2.2 Le misure di performance <i>risk-adjusted</i>	19
2.3 Le misure basate sul CAPM	21
2.4 I modelli basati sugli <i>style factor</i>	23
2.4.1 La <i>asset-based style analysis</i>	24
2.4.2 Il modello <i>7+1 risk factor</i>	25
2.4.3 I limiti dei modelli lineari a fattori	30
2.5 La costruzione di portafogli	31
2.5.1 I portafogli <i>MVSK</i>	32
2.6 Il <i>maximum drawdown</i> e il Calmar ratio	36
3. La diversificazione di portafoglio tramite strategie di hedge fund: un'analisi empirica	38

3.1 Dati	38
3.2 Analisi preliminari	40
3.2.1 <i>Analisi di normalità</i>	41
3.2.2 <i>Analisi dell'autocorrelazione</i>	43
3.2.3 <i>La stima dei coefficienti di autocorrelazione</i>	45
3.3 La correlazione tra hedge fund e asset class tradizionali	46
3.3.1 <i>La stima della correlazione non condizionale</i>	47
3.3.2 <i>La stima della correlazione condizionale</i>	48
3.3.3 <i>La stima delle correlazioni mobili</i>	50
3.4 La costruzione dei portafogli MVSK	52
3.5 Risultati	55
3.5.1 <i>La stima della performance risk-adjusted</i>	57
3.5.2 <i>La stima dell'alfa del modello 3-lag CAPM</i>	59
3.5.3 <i>La stima dell'alfa del modello 7+1 risk factor</i>	61
3.5.4 <i>Analisi dei portafogli ex-post</i>	63
4. Conclusioni	70
Bibliografia	71

Lista delle figure

3.1 Rappresentazione grafica dei rendimenti	40
3.2 Confronto grafico con distribuzione normale degli indici di hedge fund	42
3.3 QQ Plot degli indici di hedge fund	42
3.4 Autocorrelogrammi degli indici di hedge fund	44
3.5 Funzioni di autocorrelazione parziali degli indici di hedge fund	45
3.6 Correlazione mobile tra indici di hedge fund e mercato azionario	50
3.7 Correlazione mobile tra indici di hedge fund e mercato obbligazionario	52
3.8 Evoluzione del montante investito nel portafoglio <i>Long/Short Equity</i>	63
3.9 Evoluzione del montante investito nel portafoglio <i>Emerging Markets</i>	64
3.10 Evoluzione del montante investito nel portafoglio <i>Global Macro</i>	64
3.11 Evoluzione del montante investito nel portafoglio <i>Managed Futures</i>	65
3.12 Evoluzione del montante investito nel portafoglio <i>Convertible Arbitrage</i>	65
3.13 Evoluzione del montante investito nel portafoglio <i>Equity Market Neutral</i>	66
3.14 Evoluzione del montante investito nel portafoglio <i>Event Driven</i>	66
3.15 Evoluzione del montante investito nel portafoglio <i>Distressed Securites</i>	67
3.16 Evoluzione del montante investito nel portafoglio <i>Fixed Income Arbitrage</i>	67
3.17 Evoluzione del montante investito nel portafoglio <i>Multi-Strategy</i>	68

Lista delle tabelle

3.1 Statistiche descrittive dei rendimenti	40
3.2 Test di Jarque-Bera	43
3.3 Test di Ljung-Box	44
3.4 Stima dei coefficienti di autocorrelazione del primo ordine	46
3.5 Correlazione tra indici di hedge fund e il mercato azionario e obbligazionario	47

3.6 Correlazione condizionata alle fasi di mercato	48
3.7 Correlazione condizionale alle fasi di mercato, utilizzando le serie <i>unsmoothed</i>	50
3.8 Statistiche descrittive dei portafogli ottimi MVSK	55
3.9 Stima delle misure di performance <i>risk-adjusted</i>	58
3.10 Stima del modello CAPM a 3 lag	60
3.11 Stima del modello 7+1 <i>risk factor</i>	61
3.12 <i>Maximum drawdown</i> e Calmar ratio dei portafogli	68

1. Introduzione

Il settore degli hedge fund ha visto negli ultimi decenni una crescita continua, nonostante le diverse crisi che hanno colpito l'intero sistema finanziario mondiale, ed ha raggiunto *asset under management* totali stimati per 5,2 bilioni di dollari¹, segno che gli investitori continuano ad apprezzare le opportunità offerte da questi veicoli d'investimento alternativi. L'obiettivo di questa tesi è verificare l'effettiva capacità dei gestori di hedge fund di decorrelarsi dai mercati, e se questa può avere un impatto positivo in un'ottica di ottimizzazione di portafoglio. Questo perché, costruendo portafogli con vincolo allo *short-selling*, inserire una asset class che abbia una correlazione contenuta o negativa con le altre dovrebbe essere una caratteristica chiave per ottenere benefici in termini di diversificazione. In questo primo capitolo vengono presentate le caratteristiche peculiari della asset class e le principali strategie adottate dai gestori. Nel secondo capitolo vengono espone le misure e i modelli di valutazione della performance e di costruzione di portafogli utilizzati nell'analisi empirica. Nel terzo capitolo si mostra prima l'analisi della correlazione tra gli stili di gestione e le asset class tradizionali, osservando la sua evoluzione nel tempo e la differenza tra fasi positive e negative di mercato; l'idea è che, in chiave di diversificazione, sia centrale inserire in portafoglio una asset class in grado di ottenere performance positive nelle fasi di *bear market*, e quindi di mostrare una correlazione bassa o negativa con le asset class tradizionali quando queste non garantiscono rendimenti positivi per gli investitori. Successivamente si procede a misurare la performance di portafogli che combinano i diversi stili di gestione, azioni, obbligazioni e commodities, verificando quali strategie contribuiscono maggiormente ad ottimizzare la combinazione rischio-rendimento in chiave di *asset allocation* strategica.

1.1 Gli hedge fund: definizione e caratteristiche

Con il termine hedge fund si indicano gli organismi di investimento collettivo del risparmio che, non essendo legati ai vincoli regolamentari che gravano sui fondi tradizionali, ricercano una performance assoluta, indipendente dall'andamento del mercato di riferimento. A seconda della normativa vigente del Paese di domiciliazione possono assumere forme giuridiche differenti: ad esempio negli Stati Uniti, dove

¹ Barth et al. (2020)

storicamente hanno avuto origine, spesso si configurano come *investments partnership* private. Indipendentemente dalla veste giuridica assunta, gli hedge fund si distinguono dai fondi d'investimento tradizionali sotto molteplici aspetti. Oltre all'assenza di un benchmark, più in generale sono caratterizzati da una maggior flessibilità di investimento: possono fare ricorso alla leva finanziaria, vendere allo scoperto e cambiare rapidamente strategia, oltre all'assenza di vincoli di concentrazione del patrimonio gestito. Altro aspetto distintivo è l'investimento iniziale molto alto, che rende il prodotto adatto più a investitori ad alto patrimonio netto e investitori istituzionali che alla clientela *retail*. A questo si aggiungono commissioni altrettanto elevate: la struttura tipica è del 2% fisso e 20% di commissioni di performance, realizzabili mediante il meccanismo dell'*high watermark*, cioè applicabili solo se il NAV (*net asset value*) del fondo supera il suo massimo storico. La giustificazione di questa struttura tipicamente è che la parte fissa serve a coprire le spese di gestione del fondo, mentre quelle di performance servono per allineare gli interessi degli investitori e dei gestori, che in questo modo sono incentivati a raggiungere la performance più elevata possibile. Data l'ampia possibilità d'investimento, per facilitare l'operatività dei fondi i gestori devono avvalersi di cosiddetti *prime broker*, intermediari finanziari (spesso grandi banche d'investimento) che si occupano di offrire in via esclusiva un'ampia gamma di servizi d'investimento e accessori, oltre alla concessione di finanziamenti e l'accesso alla leva finanziaria. Non essendo come detto legati a vincoli nella scelta degli strumenti nei quali investire, i fondi investono spesso in attività caratterizzate da un basso grado di liquidità. Per questo l'entrata e l'uscita sono sottoposte a maggiori restrizioni rispetto ai fondi comuni aperti: possono essere previste clausole *lock-up*, che vincolano l'investimento per un periodo di tempo predeterminato, o imposti *gate* all'uscita, in termini di percentuale di capitale che può essere rimborsato o di numero di soggetti che possono disinvestire a una determinata data. Per una gestione più efficiente, spesso il patrimonio viene separato in due fondi distinti, uno dei quali, definito *side pocket*, contiene tutti gli asset illiquidi. In questo modo i gestori sono parzialmente in grado di venire incontro alle richieste di rimborso degli investitori, dato che la percentuale corrispondente del fondo liquido può essere restituita immediatamente.

1.2 Gli stili di gestione

Data l'ampia possibilità d'investimento degli hedge fund, è preferibile classificarli per strategie piuttosto che per il mercato in cui investono come avviene per i fondi comuni. Queste strategie possono essere distinte in primo luogo tra direzionali, che cercano di sfruttare trend rialzisti e ribassisti di mercato, e non direzionali, che cercano invece di ottenere una performance assoluta a prescindere dall'andamento dei mercati. È importante comunque sottolineare che non esiste una classificazione rigida delle singole strategie, tant'è vero che i diversi *index* e/o *database provider* offrono una loro versione.

1.2.1 Le strategie direzionali

I gestori che applicano strategie di tipo direzionale cercano di prevedere le tendenze di mercato, e di trarre profitto tipicamente assumendo posizioni *long* o *short*, a seconda delle loro aspettative. Una prima strategia individuabile di questo tipo è appunto la *Long/Short Equity*, applicata da A.W. Jones, sociologo e statistico, comunemente accreditato come primo gestore di un hedge fund. La strategia comporta l'assunzione di posizioni sia rialziste che ribassiste e punta a neutralizzare i rischi di mercato azionario. Tipicamente i manager si concentrano sulla diversificazione e copertura tra diversi settori, aree geografiche o capitalizzazione di mercato. È chiaro quindi che l'abilità del gestore è determinante sia in fase di *stock picking*, per individuare azioni sopra e/o sottovalutate sulle quali assumere una posizione, sia in fase di *market timing*, per cogliere le tendenze di mercato: i gestori devono quindi essere in grado di adattare la posizione da *net long* a *net short* in base agli andamenti del mercato. Una categoria strettamente collegata a questa è lo stile *Short Selling* (anche definito *Dedicated Short Bias*); la strategia prevede appunto la sola assunzione di posizioni corte, nel tentativo di ricavare profitto dalle fasi di discesa dei mercati finanziari, o comunque da titoli di società che il gestore ritiene possano subire un deprezzamento. Nelle fasi rialziste, i manager solitamente liquidano parte delle posizioni per proteggere il portafoglio. La strategia è quindi particolarmente adatta per coprire portafogli d'investimento nelle fasi di *bear market*. I fondi *Emerging Markets* invece si concentrano su Paesi in via di sviluppo, emergenti o di frontiera (misurati tipicamente attraverso il PIL pro capite). La strategia consiste nell'investimento in un'ampia gamma di titoli, dalle valute a strumenti finanziari di rischio e di debito di emittenti con sede in questi Paesi, nel tentativo di sfruttare l'andamento e le inefficienze tipiche dei mercati finanziari non

sviluppati. I gestori che utilizzano uno stile *Global Macro* si focalizzano sullo squilibrio dei prezzi di azioni, valute, tassi d'interesse e di *commodities*. Utilizzando un approccio *top-down*, basato sull'analisi fondamentale, tentano di prevedere trend politici e macroeconomici, e di trarre profitto dalla corretta anticipazione dei movimenti di mercato, ricorrendo in modo massiccio alla leva finanziaria. I gestori di fondi *Managed Futures* (spesso conosciuti come CTA, *Commodity Trading Advisors*) si concentrano sull'investimento in *futures* o *forward* quotati scritti su azioni, obbligazioni, *commodities* e valute, tipicamente attraverso modelli quantitativi algoritmici e sistematici per sfruttare trend anche di brevissimo periodo.

1.2.2 Le strategie non direzionali

Un primo stile di tipo non direzionale, definito *Convertible Arbitrage*, consiste nello sfruttare il *mispricing* tra azioni o opzioni scritte su queste e obbligazioni convertibili emesse dal medesimo emittente. La strategia comporta l'acquisto del titolo sottovalutato e la contemporanea vendita allo scoperto del titolo sopravvalutato. Questo tipo di operazioni di arbitraggio è effettuato in modo che la posizione complessiva del gestore sia insensibile alle fluttuazioni del prezzo delle azioni sottostanti. La strategia *Equity Market Neutral* ha l'obiettivo di ridurre il più possibile o annullare l'esposizione al rischio sistematico del mercato, assumendo contestualmente posizioni lunghe e corte su azioni ritenute sottovalutate o sopravvalutate. In termini di *linear factor model* si cerca quindi di massimizzare l'alfa attraverso la capacità del gestore in fase di *stock picking*, imponendo come vincolo il beta pari a zero. Il mercato viene solitamente definito per settore, Paese, area geografica o capitalizzazione di mercato. La strategia prevede un ampio ricorso alla leva finanziaria per accrescere la performance. I gestori di fondi *Event Driven* ricercano profitto da operazioni di finanza straordinaria o altri eventi specifici di società e di mercati, ad esempio fusioni e acquisizioni, ristrutturazioni e ricapitalizzazioni, mutamenti del sistema legislativo e regolatorio. Attraverso l'investimento in strumenti di capitale di rischio, debito o derivati, l'obiettivo è sfruttare disallineamenti dei prezzi dovuti agli eventi straordinari per cogliere opportunità di arbitraggio. Le strategie *Event Driven* possono a loro volta essere distinte in diverse sottocategorie: la strategia *Distressed Securities* prevede l'investimento in strumenti emessi da società che attraversano difficoltà finanziarie temporanee o procedure concorsuali, per le quali si prevede un miglioramento della situazione o una risoluzione profittevole per gli investitori. Tipicamente la posizione

dei gestori è di tipo *long*, sfruttando i prezzi che a causa della situazione sono sottovalutati. Un'altra strategia di tipo *Event Driven*, definita *Risk Arbitrage*, si concentra invece sulle operazioni di fusione e acquisizione, assumendo posizione lunga sulle azioni della società *target* e corta su quelle della società *bidder*. Un altro stile di gestione, definito *Fixed Income Arbitrage*, cerca di generare profitto sfruttando inefficienze e anomalie dei prezzi di strumenti di reddito fisso, tra cui obbligazioni societarie, titoli di Stato, *swap* e MBS. L'obiettivo, quindi, è di assumere posizioni lunghe e corte su strumenti simili, legati da relazioni matematiche o economiche, nel tentativo di sfruttare *mispricing* temporanei. Data la forte efficienza che caratterizza i mercati *fixed income*, i gestori fanno ricorso in modo massiccio alla leva finanziaria per ottenere profitti significativi.

1.3 Le caratteristiche tecniche

La mancanza di restrizioni alle possibilità di investimento e la regolamentazione poco stringente si riflettono inevitabilmente sia sui rischi assunti dai gestori e di riflesso dagli investitori, sia sulle proprietà statistiche dei rendimenti, che vengono analizzati in questo paragrafo.

1.3.1 Rischio di liquidità

Si è precedentemente discusso della possibilità per i gestori di investire in strumenti finanziari e altri *asset* poco liquidi, che conseguentemente comportano limiti e restrizioni alla possibilità di uscire dal fondo; questo per evitare che, in caso di richieste di rimborso elevate, i gestori siano costretti a liquidare le attività a condizioni eccessivamente sfavorevoli e per garantire così l'integrità del patrimonio. Negli ultimi anni la letteratura si è concentrata in particolare su questa caratteristica, non solamente perché l'illiquidità è stata uno dei problemi principali delle recenti crisi finanziarie, ma perché in diversi studi si mostra che l'assunzione del rischio di liquidità gioca un ruolo centrale per garantire ritorni più elevati. Aragon (2007) studia la relazione tra i ritorni degli hedge fund e le restrizioni imposte dai gestori che limitano la liquidità degli investimenti: gli extra-rendimenti dei fondi che prevedono clausole *lock-up* sono approssimativamente tra il 4% e il 7% più alti dei fondi ai quali non sono applicate. In più, emerge una relazione negativa tra la liquidità del portafoglio gestito e le restrizioni sulle quote del fondo; questo suggerisce che le clausole permettono una gestione più

efficiente degli asset illiquidi, garantendo agli investitori un premio per il rischio di liquidità. Teo (2011) analizza gli hedge fund che garantiscono migliori condizioni di liquidità agli investitori, considerando quelli che permettono *gate* di uscita su base mensile o inferiore. Nonostante i fondi debbano teoricamente essere tutti poco esposti al rischio di liquidità, per evitare di dover uscire dal mercato a condizioni sfavorevoli in caso di richieste di rimborsi, gli hedge fund più esposti in media realizzano rendimenti di più di cinque punti percentuali superiori a quelli meno soggetti. Tuttavia, i fondi che si espongono eccessivamente al rischio di liquidità o che sfruttano la leva finanziaria subiscono perdite più importanti quando i mercati sono poco liquidi e diventa più difficile accedere al credito. Anche Schaub e Schmid (2012) si concentrano sulla relazione tra performance degli hedge fund, la liquidità garantita agli investitori e la liquidità del portafoglio gestito, focalizzandosi in particolare sulle differenze tra periodi di crisi e stabili. Durante le fasi di crisi, si evidenzia una forte relazione positiva tra la liquidità dei fondi e i rendimenti. La correlazione è ancora maggiore per i fondi dove le clausole d'uscita e gli altri tipi di restrizione sono più deboli, ulteriore dimostrazione che portafogli illiquidi e barriere all'uscita deboli comportano rendimenti particolarmente sfavorevoli nelle fasi di crisi. Nei periodi favorevoli, l'illiquidità dei portafogli permette di conseguire rendimenti più elevati, garantendo così agli investitori il premio per rischio; tuttavia, durante le fasi di crisi, questo premio si trasforma in uno sconto per l'illiquidità.

1.3.2 Trasparenza e conflitti d'interesse

Un aspetto importante da considerare relativamente all'investimento in hedge fund è la scarsa trasparenza che caratterizza il settore: nonostante gli interventi normativi delle autorità abbiano incrementato i flussi informativi verso di esse, i GEFIA non sono comunque soggetti agli stessi obblighi gravanti sui gestori di fondi tradizionali. Nella prassi, il NAV dei fondi viene pubblicato mensilmente e su base volontaria in database proprietari e non disponibili al pubblico. Inoltre, i gestori possono in qualsiasi momento smettere di fornire i propri dati. L'opacità che caratterizza gli hedge fund deve essere tenuta in considerazione perché comporta in capo all'investitore l'assunzione di alcuni rischi particolarmente rilevanti. In particolare, deve essere contemplato il rischio operativo, definito dal Comitato di Basilea come il rischio di perdite derivanti da fallimenti o inadeguatezza dei processi interni, delle risorse umane, dei sistemi tecnologici oppure derivanti da eventi esogeni. Il fallimento di LTCM e lo scandalo

Madoff non sono casi isolati, ma episodi di un fenomeno ricorrente nel settore. Feffer e Kundro (2003) stimano che la metà dei fallimenti di hedge fund è riconducibile al rischio operativo, e più della metà degli hedge fund falliti ha evidenziato problemi di carattere operativo. Tra le principali fattispecie rilevate, il 41% delle inadeguatezze operative riguardano dichiarazioni false o ingannevoli degli investimenti; il 30% è rappresentato da appropriazioni indebite e frodi, mentre il 15% dei fallimenti è dovuto a operazioni non autorizzate o a un cambio di stile di gestione non approvato dagli investitori. Getmansky et al. (2015) osservano che all'interno del database di *Lipper-Tass*, tra il 2000 e il 2014 il numero medio di fondi che hanno smesso di pubblicare i dati per chiusure e fallimenti è di più di 650 ogni anno, con numeri in netta crescita negli ultimi anni. Si osserva inoltre che una percentuale rilevante di chiusure fa riferimento a fondi di nuova costituzione, aspetto che introduce un ulteriore problema, in questo caso legato alla struttura delle commissioni. Il meccanismo dell'*high watermark*, utilizzato per incentivare i manager a conseguire risultati sempre migliori, può portare in determinate circostanze alla creazione di conflitti d'interesse tra gestore e investitore: nel caso il fondo nella fase iniziale della sua gestione consegua nei primi esercizi risultati negativi, diventa immediatamente più difficile per i gestori ottenere le commissioni di performance; in questi casi, è più conveniente per il manager chiudere il fondo ed aprirne uno nuovo, situazione chiaramente in conflitto con gli interessi dei partecipanti. È per questo che il contratto tra gestore e investitore può essere definito come un'opzione, dato che il primo detiene implicitamente una call scritta sul NAV del fondo, con *strike price* l'*high watermark*: l'aumento della distanza tra il valore corrente e lo *strike* rende quindi sempre più difficile l'incasso delle commissioni.

1.3.3 Correlazione

Una caratteristica apprezzata soprattutto dagli investitori istituzionali è la capacità dei gestori di hedge fund di decorrelarsi dai mercati, rendendo di fatto gli hedge fund una asset class diversificata e utile per migliorare la combinazione rischio-rendimento di portafoglio. Generalmente, gli hedge fund evidenziano bassa correlazione con le asset class tradizionali. Kat e Lu (2002) osservano infatti che le correlazioni stimate tra le diverse strategie di hedge fund e il mercato azionario risultano contenute, mentre con il mercato obbligazionario sono prossime allo zero. In più, un ulteriore aspetto da considerare in chiave di diversificazione di portafoglio è la correlazione nulla e in alcuni casi negativa tra i diversi stili di gestione, in particolare tra strategie direzionali

e non direzionali. Questo ha portato i gestori sia alla creazione di fondi *Multi-Strategy*, sia alla creazione di fondi di hedge fund, nel tentativo di sfruttare questa caratteristica. Tuttavia, la letteratura si è concentrata non solamente sull'osservazione della correlazione non condizionale, ma anche sulla correlazione condizionata alle diverse fasi di mercato. L'interesse dell'investitore che detiene un portafoglio di sole posizioni lunghe è in effetti quello di avere non tanto una asset class che garantisca benefici di diversificazione in generale, quanto di avere una protezione nelle fasi negative che assicuri la copertura del portafoglio. Questo perché si è osservato che in caso di crisi di liquidità gli hedge fund hanno mostrato particolari sofferenze, contestualmente alle cadute del mercato azionario. Getmansky et al. (2015) osservano che durante la crisi *subprime* circa il 70% degli hedge fund ha evidenziato rendimenti negativi, con un rendimento medio di -18%; in più, sia per le grandi perdite sia per l'aumento delle richieste di rimborsi, nel 2008 si è registrato il record storico di fondi chiusi. Inoltre, la maggioranza dei fondi sopravvissuti alla crisi era investita in portafogli più liquidi e con rendimenti meno autocorrelati; gli stili più resilienti si sono rivelati *Managed Futures*, *Global Macro* e *Dedicated Short Bias*. Alcuni studi empirici hanno evidenziato che non tutte le strategie sono in grado di decorrelarsi durante le fasi negative di mercato: Cao et al. (2015) osservano che mentre le strategie *Global Macro*, *Long/Short* e *Managed Futures*, oltre ai fondi *Multi-Strategy*, sono in grado di aggiustare l'esposizione ai fattori di rischio durante le fasi negative di mercato e garantire un'efficace copertura di portafoglio, gli stili *Convertible Arbitrage*, *Event Driven* e *Fixed Income Arbitrage* al contrario sembrano amplificare l'esposizione di portafoglio al *downside risk* in situazioni negative di mercato.

1.3.4 Distribuzione e *tail risk*

La particolarità del prodotto hedge fund si riflette anche sulle caratteristiche della distribuzione dei rendimenti. Generalmente, questi sono caratterizzati da una distribuzione non normale, evidenziando in particolare asimmetria negativa e leptocurtosi. Un'ampia letteratura si è concentrata sui questi aspetti da tenere in considerazione sia per una corretta valutazione della performance, sia per la costruzione di portafogli che inseriscono gli hedge fund. Fung e Hsieh (1997) osservano che queste caratteristiche anomale sono dovute alle strategie di *dynamic trading* utilizzate dai gestori, in particolare il ricorso alla leva, alla vendita allo scoperto e a opzioni e altri derivati. Asimmetria negativa ed eccesso di curtosi rendono

l'investimento soggetto al cosiddetto *tail risk*, ovvero il rischio di subire perdite importanti al verificarsi di eventi estremi e a bassa probabilità. Agarwal et al. (2017) evidenziano che esiste un legame importante tra il rischio di coda degli hedge fund e i relativi investimenti in azioni maggiormente sensibili al *tail risk*. Il rischio è ridotto nei fondi che detengono opzioni *put* sul mercato azionario. Inoltre, indagano sulle caratteristiche che possono influenzare il *tail risk*, scoprendo che le clausole *lock-up* e la leva finanziaria contribuiscono ad incrementare il rischio. Infine, osservano l'evoluzione del *tail risk* durante la crisi *subprime*: gli hedge fund che avevano come *prime broker* Lehman Brothers sono quelli che hanno avuto i maggiori incrementi del rischio di coda, dimostrando che shock negativi di liquidità contribuiscono ad aumentare il rischio. In più, il *tail risk* degli hedge fund si è rivelato mediamente inferiore rispetto a portafogli tradizionali, contestualmente all'aumento di posizioni lunghe in opzioni *put* precedentemente all'ultimo trimestre 2008, segno dell'abilità di *timing* dei gestori nel contenimento del rischio. Kelly e Jiang (2012) indagano sulla relazione tra *tail risk* e rendimenti, osservando che esiste una relazione negativa significativa: i fondi che co-variano negativamente con il loro *tail risk* hanno rendimenti medi del 6% superiori di quelli che hanno covarianza positiva. La spiegazione di questo fenomeno è che una percentuale dei rendimenti può essere vista come un'assicurazione contro il rischio di coda. Un importante problema della distribuzione anomala è la costruzione di portafogli seguendo il tradizionale approccio di Markowitz: ipotizzare che la funzione di utilità degli investitori sia quadratica, e quindi che la sua massimizzazione dipenda solamente da media, varianza e dall'avversione al rischio, quando in portafoglio sono detenuti titoli come gli hedge fund che presentano asimmetria e eccesso di curtosi significativi, potrebbe portare a costruire portafogli in realtà non efficienti tramite l'ottimizzazione media-varianza. Nonostante questi aspetti negativi, bisogna considerare che tipicamente i rendimenti degli hedge fund si presentano più stabili, con *drawdown* più contenuti e *recovery period* più brevi rispetto alle asset class tradizionali.

1.3.5 Autocorrelazione

Un'altra proprietà statistica distintiva degli hedge fund, in contrasto con le asset class tradizionali, è l'autocorrelazione generalmente molto elevata che presentano i rendimenti. La letteratura individua diverse possibili cause: la spiegazione più comune è che i rendimenti serialmente correlati sono dovuti a inefficienze del mercato: i gestori,

che spesso investono anche in asset al di fuori dei mercati regolamentati, operano in presenza di costi di transazione e frizioni di mercato legate alla liquidità. Per questo non riuscirebbero a sfruttare tutte le informazioni disponibili e incrementare la performance della loro strategia in base ai rendimenti del periodo precedente. Altri autori sostengono invece che i gestori non siano in grado di sfruttare ed eliminare l'autocorrelazione perché i rendimenti attesi in realtà variano nel tempo, ad esempio perché cambia l'esposizione al rischio del portafoglio, e quindi le informazioni passate non sono utili per incrementare la performance futura. Un'altra causa individuata è relativa alla variazione nel tempo anche del grado di leva finanziaria, in risposta al cambiamento delle condizioni di mercato; analogamente al caso precedente, le variazioni dell'esposizione a questo rischio non permettono di incrementare l'alfa delle strategie utilizzate. Ancora, un'ulteriore causa della presenza di autocorrelazione può essere legata alla struttura delle commissioni di incentivo realizzabili con il meccanismo dell'*high watermark*: la non linearità della serie dei rendimenti al netto delle commissioni, dato che queste sono applicate al superamento del NAV storico massimo, porta a un processo *path dependent* che induce all'autocorrelazione. Getmansky et al. (2004) sostengono invece che l'autocorrelazione deriva dagli investimenti dei gestori in asset illiquidi. Questo perché la valutazione dei prezzi avviene tramite *mark-to-model*, non avendo a disposizione i prezzi di mercato giornalmente; in questo modo, i rendimenti non possono riflettere tutte le informazioni disponibili e quindi risultano serialmente correlati. Petreski (2007) osserva che l'autocorrelazione cambia radicalmente in funzione delle diverse strategie: lo stile *Distressed Securities* è quello che evidenzia i rendimenti maggiormente autocorrelati, con il rapporto tra coefficienti positivi e negativi o nulli più alti, mentre lo stile *Managed Futures* presenta il più basso grado di autocorrelazione. Inoltre, sembra esistere una relazione tra la liquidità garantita agli investitori e l'autocorrelazione: all'aumentare del periodo previsto dalle clausole *lock-up*, anche l'autocorrelazione di primo ordine cresce nella stessa direzione. La principale conseguenza dell'autocorrelazione è la sottostima della varianza e dei momenti della distribuzione superiori al primo, portando quindi a una sottostima del rischio, e a una conseguente sopravvalutazione del rendimento corretto per il rischio.

2. Analisi e valutazione della performance

In questo capitolo vengono presentati i principali approcci per una corretta gestione dei database, valutazione della performance e costruzione di portafogli di hedge fund, che tengono conto delle peculiarità dell'asset class descritti nel capitolo precedente e sono utilizzati nell'analisi empirica presentata nel terzo capitolo.

2.1 I database di hedge fund

Come visto nel capitolo precedente, i gestori non sono obbligati a comunicare al pubblico la performance storica dei propri fondi. Questo rappresenta un problema per un'analisi di tipo quantitativo, principalmente sotto due aspetti. Il primo da considerare è la carenza di dati a disposizione rispetto a quelli disponibili per i fondi comuni d'investimento. I principali gestori di database di hedge fund come Lipper TASS, Morningstar, Hedge Fund Research, Barclay Hedge, Eurekahedge pubblicano dati mensili di un numero consistente di fondi solamente a partire dal 1994. Inoltre, il regime di *disclosure* volontaria fa sì che l'unico motivo per il quale un gestore decide di pubblicare i propri dati storici è meramente a scopo pubblicitario. Da un lato quindi, i grandi hedge fund, o quelli già conosciuti per performance storicamente importanti, non sono inseriti nei principali database. Dall'altro, i gestori pubblicano i dati solamente su uno o pochi database, rendendo il settore frammentato, col rischio che i campioni utilizzati nelle analisi possano essere poco significativi dell'intera popolazione. La stessa analisi svolta su database diversi potrebbe portare a risultati molto differenti; questo tipo di distorsioni sulle stime vengono definite *database selection bias*. Barth et al. (2020) osservano tra i principali database un notevole grado di dispersione nella stima della grandezza del settore: 2,33 bilioni di dollari per Eurekahedge, 3,21 bilioni per Hedge Fund Research, 3,54 bilioni per Barclay Hedge. I motivi di questa eterogeneità sono da ricercarsi in parte nei criteri con i quali gli hedge fund vengono inclusi, in parte nell'evoluzione storica dei database: la maggior parte di questi sono stati aperti da piccoli gestori e poi inglobati in banche dati di società di grandi dimensioni, mentre altri sono rimasti indipendenti; ne deriva che l'ammontare di risorse destinate a mantenere e allargare il database dipende dai diversi interessi economici della società che lo gestisce. Ad esempio, il database di Lipper TASS, fondato come *Trading Advisor Selection System* nel 1990, è stato acquisito prima da

Tremont Capital e successivamente da Lipper (che oggi è parte della multinazionale Thomson Reuters) nel 2005; dato che Tremont stessa gestisce un database proprietario, solamente una parte dei fondi erano stati inglobati nel TASS e questo ha portato a frammentare il campione di hedge fund a disposizione. Il database contiene approssimativamente 8000 fondi. Al contrario, i database di Hedge Fund Research e Barclay Hedge sono stati istituiti e mantenuti dalle stesse istituzioni, senza successive acquisizioni. Il database di HFR non contiene fondi *Managed Futures* e *Commodity Trading Advisor*; Barclay al contrario possiede il campione più grande di CTA con approssimativamente tremila fondi, quasi il doppio rispetto a quelli mediamente presenti negli altri database. Entrambe le banche dati contengono un numero superiore a 11000 fondi. Morningstar, società nota soprattutto per offrire servizi d'informazione relativi a fondi comuni d'investimento, tramite le acquisizioni dei database di Altvest, CISDM e MSCI è diventato uno dei principali *data provider* anche per gli hedge fund, con un campione di quasi 6500 fondi. Tra i database più grandi quello di EurekaHedge è il più recente, aperto nel 2001 e acquisito nel 2011 dalla giapponese Mizuho Financial Group; il database contiene circa 9300 hedge fund, di cui la gran parte sono europei e asiatici, coprendo quindi una porzione differente del settore rispetto a quelli visti precedentemente. Una parte della letteratura si è occupata di verificare la copertura dei diversi database: Agarwal et al. (2017), osservando i database di Morningstar, Lipper TASS, HFR e EurekaHedge, scoprono che solamente il 5% dei fondi è contenuto in tutti e quattro; quello che contiene la percentuale più alta di hedge fund non presenti negli altri database è quello di Lipper TASS, con il 22% del campione totale. Joenvaara et al. (2019), prendendo in considerazione i database di Lipper TASS, Morningstar, EurekaHedge, HFR e Barclay Hedge, ed aggiungendo quelli di eVestment e Preqin, meno utilizzati in letteratura ma maggiormente considerati dagli operatori, evidenziano che solamente 618 fondi sono contenuti in tutti e sette i database, su un campione totale di circa 26400 hedge fund. Il database che copre la porzione più ampia non inclusa negli altri è quello di Barclay Hedge con più di 2500 fondi, anche se mediamente ogni altro database contiene più di 1000 hedge fund non contenuti dagli altri. Gli autori osservano che queste differenze si ripercuotono anche sulle stime dei rendimenti medi: la performance annualizzata calcolata con il database di Lipper TASS è del 6,65%, con quello di HFR del 7,30% e con quello di Barclay Hedge del 7%. Se si considerano tutti e sette i database, la performance media scende al 6%. Per ovviare al problema, diversi

autori² raccolgono un campione più esaustivo unificando i principali database. La procedura di aggregazione deve tenere conto dei fondi ridondanti: si devono individuare non solo i fondi con lo stesso nome, ma anche quelli con denominazione simile e altamente correlati, che per fini di commercializzazione in diversi Paesi potrebbero essere gli stessi. Alternativamente ai database, un modo per utilizzare dati di hedge fund ed avere a disposizione campioni del settore è ricorrere agli indici di categoria, che i diversi *provider* mettono a disposizione sulla base dei database proprietari; tra i più importanti, oltre alle società viste precedentemente, si rilevano MSCI e Credit Suisse. Gli indici, calcolati su base mensile, possono essere costruiti *equally-weighted* oppure *asset-weighted*, ponderando ogni fondo inserito sulla base del patrimonio gestito. Molti dei *provider* offrono indici non solamente relativi al settore hedge fund nel suo complesso, ma anche divisi per stili di gestione, in base alla strategia dichiarata dai gestori. Il grande vantaggio degli indici di hedge fund, nonostante l'utilizzo indiretto dei database, è quindi quello di rappresentare sulla base di regole non discrezionali l'andamento del settore o di una particolare strategia. Il secondo aspetto da considerare nell'utilizzo dei database di hedge fund è la presenza di *bias*, ossia di distorsioni insite nei dati che portano da un lato a sovrastimare la performance, dall'altro a sottovalutare il rischio legato ai fondi. Una prima tipologia è rappresentata dai *survivorship bias*, che si verificano quando i gestori, a seguito di perdite o chiusura dei fondi, cessano di fornire dati. Inoltre, hanno facoltà di cancellare i dati storici ed eliminare l'hedge fund dal database. Questo è il motivo per il quale molti database non includono i fondi "estinti", e comporta un innalzamento dei rendimenti medi del campione, che risulta composto solamente dai fondi "sopravvissuti" ed esclude quelli sistematicamente peggiori. Un modo frequentemente utilizzato per gestire i *survivorship bias* è l'inclusione dell'analisi dei database di fondi estinti che i principali gestori di dati mettono a disposizione. Analizzando i fondi gestiti da *Commodity trading Advisor* del database di Lipper TASS nel periodo 1989-1997, Fung e Hsieh (2000) osservano un rendimento medio del campione dei fondi attivi del 19,1%, contro il 15,5% considerando anche i fondi estinti, stimando *survivorship bias* per il 3,6%. Bisogna comunque considerare che questi *bias* potrebbero essere moderati dai cosiddetti *defunct funds*, ovvero i fondi che vengono eliminati dai database ma sono ancora in attività, spesso perché hanno raccolto sufficienti sottoscrizioni o raggiunto la capacità massima e non per performance negative. Strettamente collegati a queste

² Ad esempio Fung e Hsieh (1997), Agarwal et al. (2017), Barth et al. (2020).

distorsioni si rilevano anche i *liquidation bias*, dovuti al fatto che i gestori interrompono la pubblicazione del NAV dei fondi in corso di liquidazione. Anche un altro tipo di distorsioni, i cosiddetti *backfill bias* o *instant history bias*, portano ad un aumento significativo dei rendimenti medi. Questo perché, considerando che la ragione principale per la quale i gestori decidono spontaneamente di pubblicare i rendimenti all'interno di un certo database è di farsi pubblicità, solitamente lo fanno dopo un periodo di performance positive. Inoltre, hanno facoltà di inserire i dati di periodi precedenti a loro discrezione. Fung e Hsieh (2000) osservano che nella prima fase di “vita” un fondo, che definiscono *incubation period*, i gestori raccolgono fondi solamente tra conoscenti e registrano performance sempre positive. Calcolano quindi la differenza tra i rendimenti medi della serie pubblicata e quelli che escludono questo periodo iniziale stimano *backfill bias* dell'1,4% per i fondi gestiti da CTA. Per gestire questi *bias*, Getmansky et al. (2015) individuano i fondi che pubblicano performance in periodi precedenti all'entrata nel *database*, eliminandoli dalla serie. Non avendo a disposizione informazioni sulla data di adesione dei gestori, un'altra soluzione utilizzata da Cao et al. (2015) consiste nell'eliminare i primi dodici dati mensili dalle serie dei rendimenti. La mancanza di diversi fondi, soprattutto quelli di grandi dimensioni, produce i cosiddetti *missing return bias*, anche se in questo caso la loro quantificazione e gestione è difficile vista la mancanza di dati a disposizione. In aggiunta, Getmansky et al. (2015) osservano che molti fondi riportano i risultati al netto delle commissioni, fisse e di incentivo. Mentre le prime inficiano solamente sui rendimenti medi, le altre hanno effetto anche sugli altri momenti della distribuzione e inducono a discontinuità e non linearità nelle relazioni rischio-rendimento; questo può comportare problemi nella bontà d'adattamento ai rendimenti di hedge fund dei modelli lineari. In questo caso, il problema è difficilmente risolvibile, dato che non si riesce a ricalcolare i rendimenti lordi con precisione perché le commissioni d'incentivo possono essere applicate in modo differente. Oltre a questi problemi strettamente legati ai *database*, deve essere tenuta in considerazione un'altra distorsione nelle serie storiche dei rendimenti: l'investimento in attività illiquide, dalle partecipazioni in società non quotate ai derivati *over the counter*, comporta una riduzione della volatilità delle serie storiche e l'insorgere di autocorrelazione, fenomeno noto come *illiquidity bias*. Non essendoci un prezzo di mercato col quale valutare periodicamente gli asset, spesso il loro valore rimane per molto tempo quello pagato per l'acquisto, rendendo così i rendimenti più vischiosi.

2.2 Le misure di performance *risk-adjusted*

Le misure di performance aggiustate per il rischio risultano utili nella valutazione di un investimento per poter valutare la combinazione rischio-rendimento di un portafoglio. Il grande vantaggio degli indicatori *risk-adjusted* è la possibilità di confrontare diversi investimenti e valutarne l'efficienza. Tra questi, l'indice di Sharpe³ è uno degli indicatori più noti ed utilizzati, e misura l'eccesso di rendimento rispetto al *tasso risk free* per unità di rischio, dove il rischio è rappresentato dalla deviazione standard di portafoglio. L'indice dà quindi un'indicazione dell'extra-rendimento che un investitore richiede per accollarsi un'unità di rischio. Analiticamente:

$$Sharpe\ ratio_p = \frac{\bar{r}_p - r_f}{\sigma_p}$$

dove:

\bar{r}_p = rendimento medio del portafoglio p ;

r_f = rendimento del titolo privo di rischio;

σ_p = deviazione standard del portafoglio p .

Come visto nel primo capitolo, il principale problema dell'utilizzo delle misure *risk-adjusted* è l'autocorrelazione mostrata dai rendimenti, che porta a sottostimare la varianza e di conseguenza a sovrastimare l'efficienza degli investimenti in esame. Un primo approccio è proposto da Kat e Brooks (2001), che, partendo dalla serie storica osservata, calcolano una nuova serie di rendimenti, definita *unsmoothed*, corretta per il grado di autocorrelazione. L'idea è che il rendimento *smoothed* al tempo t sia una media ponderata del rendimento *unsmoothed* al tempo t e del rendimento autocorrelato al tempo $t-1$, dove il peso del secondo termine è dato dal coefficiente di autocorrelazione del primo ordine della serie:

$$r_t^* = (1 - \rho_1) \cdot r_t + \rho_1 \cdot r_{t-1}^*$$

dove:

r_t^* = rendimento *smoothed* al tempo t ;

r_{t-1}^* = rendimento *smoothed* al tempo $t-1$;

r_t = rendimento *unsmoothed* al tempo t ;

³ Vedi Sharpe (1994).

ρ_1 = coefficiente di autocorrelazione del primo ordine,

da cui si può ricavare la serie *unsmoothed* r_t :

$$r_t = \frac{r_t^* - \rho_1 \cdot r_{t-1}^*}{1 - \rho_1}$$

In questo modo si ottiene una serie che ha la stessa media della serie r_t^* e coefficiente di autocorrelazione del primo ordine pari a zero. La deviazione standard invece è maggiore della serie osservata quando il coefficiente ρ_1 è positivo, e inferiore quando risulta negativo. Nel caso degli hedge fund, normalmente il coefficiente di autocorrelazione stimato è significativamente positivo e questo porta quindi ad un aumento della deviazione standard della serie *unsmoothed*. Una volta ricavata la serie r_t , è possibile calcolare nella forma tradizionale lo Sharpe ratio e le altre misure di performance *risk-adjusted* senza avere distorsioni sulla stima dei parametri. Applicando la tecnica di *smoothing* dei dati a indici azionari, obbligazionari e di hedge fund gli autori osservano che, mentre i primi due non mostrano autocorrelazione significativa dei rendimenti, gli indici di strategie alternative subiscono in media un innalzamento significativo della deviazione standard e contestuale riduzione dello Sharpe ratio dovuto all'autocorrelazione positiva. Tra le strategie, quella che subisce la variazione più significativa è lo stile *Convertible Arbitrage*, la cui deviazione standard annuale aumenta di quasi il 4%. Unica eccezione è rappresentata dallo stile *Global Macro*, che data l'autocorrelazione negativa subisce una riduzione della deviazione standard annualizzata di mezzo punto percentuale. Un modo alternativo per il calcolo dell'indice di Sharpe che tiene conto dell'autocorrelazione dei rendimenti è proposto da Andrew Lo (2002). L'indice viene calcolato nella sua versione standard utilizzando i dati mensili, e annualizzato moltiplicandolo per un coefficiente $\eta(q)$ calcolato nel seguente modo:

$$\eta(q) = \frac{q}{\sqrt{q + 2 \sum_{k=1}^{q-1} (q-k) \rho_k}}$$

dove:

ρ_k = coefficiente di autocorrelazione di ordine k ;

q = numero di periodi presi in considerazione.

Nel caso in cui l'autocorrelazione fosse nulla, il coefficiente $\eta(q)$ varrebbe \sqrt{q} e si otterrebbe quindi un coefficiente di annualizzazione standard. Verificando la differenza tra lo Sharpe ratio modificato e quello *unadjusted* su hedge fund contenuti nel database Altvest appartenenti a diversi stili di gestione, l'impatto dell'autocorrelazione sullo Sharpe ratio risulta importante per tutte le strategie. Anche in questa analisi, la variazione più significativa è relativa allo stile *Convertible Arbitrage*, il cui Sharpe ratio annualizzato cala da 4,35 a 2,99. Nel complesso, ignorare il grado di autocorrelazione porta a una sovrastima dell'indice di più del 65%. Nonostante queste tecniche siano utili per ottenere una misurazione più appropriata della performance aggiustata per il rischio, il limite rimane quello di considerare solamente lo spazio media-varianza, ignorando asimmetria negativa ed eccesso di curtosi propri degli hedge fund che comunque influenzano il profilo di rischio dell'investimento.

2.3 Le misure basate sul CAPM

Il Capital Asset Pricing Model è il noto modello di equilibrio introdotto da Sharpe (1964) che stabilisce la relazione tra l'extra-rendimento di un titolo rispetto al tasso privo di rischio e l'extra-rendimento del portafoglio di mercato. Analiticamente:

$$r_p - r_f = \alpha_p + \beta_p(r_m - r_f) + \varepsilon_{pt}$$

dove α_p rappresenta la fonte di rischio specifico, che secondo il modello non dovrebbe essere remunerata dal mercato, e β_p il rischio sistematico e non diversificabile. Nonostante le ipotesi restrittive e inverosimili del modello, che portano ad annullare l'intercetta, dato che in equilibrio non è possibile ottenere un extra-rendimento se non in relazione a quello del mercato, l'equazione sopra, definita Security Market Line, è stata ripresa per valutare la capacità dei gestori di conseguire una extra-performance rispetto al mercato. Jensen (1968) applica infatti l'equazione regredendo i rendimenti dei fondi comuni su un portafoglio di mercato rappresentativo della politica d'investimento. Gli alfa ottenuti dalle equazioni variano tra -0,08 e +0,05, ed hanno un'interpretazione economica intuitiva: i fondi il cui alfa è pari a zero sono identificabili come passivi, dato che si limitano ad investire nel benchmark e ottenere un rendimento in linea con quello di mercato. I gestori con un alfa diverso da zero sono attivi, ovvero cercano di incrementare la performance di portafoglio cercando di prevedere l'andamento dei prezzi degli asset e identificando gli strumenti sottovalutati

dal mercato. L'alfa di Jensen risulta quindi una misura utile per valutare la capacità del gestore in fase di *stock picking*, grazie alla quale riesce a ottenere un'extra-performance rispetto al mercato. I problemi principali che riguardano l'utilizzo di queste misure per gli hedge fund sono, ancora, l'autocorrelazione dei rendimenti che, come evidenziato da diversi studi empirici, porta a stimare beta prossimi allo zero, indicando un'esposizione nulla dei fondi al rischio sistematico non realistica. In più, se per i fondi comuni l'identificazione del portafoglio di mercato è facilmente riconducibile al benchmark dichiarato nella politica d'investimento, per gli hedge fund il problema di identificare una *proxy* opportuna è complicato, data la mancanza di un parametro di riferimento nella ricerca della performance, oltre alla possibilità di ricorrere a una gamma di strumenti finanziari potenzialmente illimitata. Regredendo hedge fund sull'indice S&P500 Asness et al. (2001) osservano che il rischio sistematico risulta non significativo o prossimo allo zero, e in alcuni casi negativo. Per questo gli autori forniscono una soluzione al problema dell'autocorrelazione, proponendo un'equazione modificata del CAPM nel seguente modo:

$$r_{pt} - r_{ft} = \alpha_p + \sum_{k=0}^K \beta_{kp}(r_{mt-k} - r_{ft-k}) + \varepsilon_{pt}$$

dove:

r_{pt} = rendimento del fondo al tempo t ;

r_{ft} = rendimento del tasso privo di rischio al tempo t ;

α_p = intercetta della retta di regressione;

β_{kp} = k -esimo coefficiente di sensibilità degli extra-rendimenti del fondo agli extra-rendimenti del portafoglio di mercato al tempo $t-k$;

r_{mt-k} = rendimento del portafoglio di mercato al tempo $t-k$;

r_{ft-k} = rendimento del tasso privo di rischio al tempo $t-k$;

K = numero di lag temporali considerati;

ε_{pt} = componente erratica del modello di regressione.

Inserendo quindi come ulteriori regressori le serie del portafoglio di mercato a k periodi precedenti consente di tenere conto dell'autocorrelazione e cogliere un beta di mercato, dato dalla somma dei K beta stimati nell'equazione, più verosimile e in linea con il rischio reale assunto dai gestori. Nella prassi, gli autori ritengono che 3 *lag* siano sufficienti per ottenere un modello che garantisca una discreta bontà d'adattamento ai

dati. La regressione viene applicata agli indici di hedge fund di Credit Suisse, divisi per stile di gestione, relativamente al periodo 1994-2000. Tranne per lo stile *Managed Futures*, il test di verifica della somma dei tre coefficienti beta stimati indica la loro significatività congiunta. Tutte le strategie mostrano un aumento del coefficiente beta a 3 *lag* rispetto a quello calcolato con regressione lineare. In particolare, le strategie *Event Driven*, *Convertible Arbitrage* e *Fixed Income Arbitrage* sono quelle che evidenziano l'innalzamento più significativo del rischio sistematico. Successivamente, gli autori propongono un'analisi di sensitività, differenziando tra fasi positive e negative di mercato; tutte le strategie con l'eccezione dello stile *Equity Market Neutral* mostrano un innalzamento significativo del beta di portafoglio nelle fasi di ribasso, ulteriore indicazione di un aumento generale della correlazione tra strategie di hedge fund e mercato azionario durante situazioni di *bear market*. Guardando gli alfa, quasi tutte le strategie che con il modello a zero *lag* evidenziano extra-performance positive, con la regressione a 3 *lag* mostrano intercetta negativa. Gli autori considerano comunque che il periodo preso in considerazione nell'analisi corrisponde con una delle fasi di *bull market* più marcate della storia che i gestori, almeno in media, non sono stati in grado di superare. Bisogna inoltre considerare il limite principale del modello che, nonostante tenga in conto dell'autocorrelazione dei rendimenti, approssima il portafoglio di mercato con l'indice S&P500, che rappresenta solo una parte dell'universo investibile e delle fonti di rischio assunte dai gestori di hedge fund.

2.4 I modelli basati sugli *style factor*

Una procedura più avanzata rispetto al CAPM per descrivere i rendimenti consiste nell'utilizzare modelli lineari a fattori, che in forma generale possono essere scritti come:

$$r_{pt} = \alpha_p + \beta_{p1}SF_{1t} + \dots + \beta_{pK}SF_{Kt} + \varepsilon_{pt}$$

dove appunto con SF_{kt} si indica il k -esimo fattore di stile a cui è esposto il fondo. In questo modo quindi si può superare il limite del CAPM che impone un singolo indice esplicativo dei rendimenti, non legando la performance a un benchmark nella prassi non individuabile. L'altro grande vantaggio è la possibilità di inserire qualsiasi variabile esplicativa osservabile, riuscendo a cogliere tramite i fattori utilizzati la non linearità dei rendimenti degli hedge fund, utilizzando comunque un modello lineare.

La letteratura si è concentrata sulla ricerca di opportuni fattori di stile che possono meglio descrivere i rendimenti degli hedge fund; tra le diverse proposte, la soluzione più efficiente è rappresentata dai fattori di stile *asset-based*.

2.4.1 La *asset-based style analysis*

La *asset-based style analysis* nasce dall'idea di legare la performance degli hedge fund a strumenti effettivamente negoziabili sui mercati. La difficoltà nell'applicare questi modelli è, ancora, la mancanza di trasparenza sulle operazioni effettuate dai gestori sui singoli strumenti detenuti, oltre alla maggiore rischiosità di portafoglio dovuta a *leverage* e *short-selling*, fattori difficili da collegare a strumenti finanziari negoziabili che siano rappresentativi del profilo di rischio dei fondi. Chiaramente la scelta degli asset idonei è cruciale per ottenere un modello multifattoriale che si adatti bene ai dati; per questo può essere utile cercare di capire il modo di operare concreto dei gestori discutendo direttamente con questi riguardo le strategie applicate concretamente; è in questo modo che Fung e Hsieh (1997) comprendono che i *Commodity Trading Advisor* utilizzano strategie *trend following*, e riescono a replicare le performance dei fondi attraverso opzioni esotiche. Nonostante queste problematiche, l'utilizzo di fattori di stile porta benefici significativi rispetto ad altre tecniche utilizzate come i *peer group*, attraverso i quali i fondi vengono messi in relazione a medie di categorie omogenee di fondi oppure a benchmark forniti dai gestori di database. Rispetto a questi ultimi, i fattori *asset-based* hanno il vantaggio di avere generalmente serie storiche osservabili molto più lunghe dei fondi ai quali vengono relazionati; in questo modo è possibile valutare il rischio di un fondo anche in scenari differenti rispetto a quelli osservati nella serie storica dei rendimenti, che data la cadenza mensile e l'inizio di pubblicazione di molti database dal 1994 potrebbero non essere inclusi in essa. Inoltre, collegare i rendimenti di un fondo ai rendimenti attesi degli strumenti consente all'investitore di poter fare valutazioni sulla performance, sul profilo di rischio e sulle prospettive future dell'hedge fund. Inoltre, rappresentano per l'investitore un parametro di riferimento più efficiente rispetto ai *peer group*, che potrebbero includere fondi appartenenti a diversi stili di gestione. I fattori di stile *asset-based* racchiudono quindi le caratteristiche di appropriatezza, replicabilità e investibilità che deve possedere un benchmark valido.

2.4.2 Il modello 7+1 *risk factors*

L'utilizzo degli *asset-based style factor* trova applicazione nel modello proposto da Fung e Hsieh (2004). Il framework per descrivere il modello multifattoriale consiste prima nell'identificare le fonti di rischio a cui sono comunemente esposti gli *hedge fund*, e successivamente nell'associare ad ognuna di esse prezzi osservabili direttamente sui mercati. In questo modo sono in grado di cogliere in modo più efficace rispetto ad altri modelli una parte significativa del rischio sistematico del portafoglio di un hedge fund, e così anche di valutare le capacità dei gestori attraverso l'alfa di Jensen. Data l'eterogeneità fra i diversi stili di gestione, per individuare i fattori di rischio suddividono il settore degli hedge fund in quattro gruppi relativi a diverse strategie: *Trend Following*, *Merger (o Risk) Arbitrage*, *Fixed Income Arbitrage* e *Long Short Equity*. I fondi che seguono lo stile *Trend following* vengono analizzati in Fung e Hsieh (2001). La strategia viene utilizzata soprattutto dai *Commodity Trading Advisor*, motivo per cui gli autori cercano tra questi operatori fonti di rischio comuni. I rendimenti di questi fondi sembrano non essere correlati con l'andamento del mercato azionario, obbligazionario, valutario, né con indici di commodities. Osservano tuttavia che la correlazione con il mercato azionario è non lineare. In particolare, in caso di aumento della volatilità sul mercato, riescono a conseguire rendimenti importanti sia in situazione di *bull* che di *bear market*, mostrando una correlazione negativa in fasi di discesa e positiva in fasi di salita. Da qui l'idea di ricondurre i rendimenti dei fondi al payoff di una strategia di opzioni esotiche *lookback straddle*, data dalla combinazione di una *lookback call* e di una *lookback put*. L'investitore in una *lookback call* ottiene il diritto di acquistare a scadenza il sottostante al prezzo più basso registrato durante la durata di vita del contratto, e allo stesso modo investendo in una *lookback put* si acquista il diritto a vendere il sottostante al prezzo più alto verificatosi fino alla scadenza. Una strategia di questo tipo riesce a cogliere sia la caratteristica principale dei rendimenti dei fondi *trend following*, che aumentano in caso si verifichino scostamenti significativi dei prezzi, sia l'asimmetria marcatamente positiva. Dato che queste opzioni esotiche non sono quotate sui mercati, per poter replicare e verificare la strategia utilizzano due *straddle* con opzioni *vanilla*, vendute e acquistate in modo da ottenere a scadenza il payoff di una *lookback*. In questo modo costruiscono portafogli di *straddle* scritte su azioni, obbligazioni, tassi d'interesse, valute e commodities, utilizzando come sottostante i principali indici di categoria, per verificare se il profilo di rischio può adattarsi ai rendimenti di fondi *Trend Following* che operano sui mercati

corrispondenti. Regredendo i portafogli di *straddle* sui rendimenti dei CTA contenuti nel database di TASS, verificano che il modello riesce a spiegare circa il 50% della varianza dei rendimenti, con i fattori legati a valute, commodities e bond che evidenziano una capacità esplicativa più elevata, mentre quello legato agli indici azionari risulta non significativo. In questo modo identificano tre diversi fattori di rischio connessi alle strategie, definite dagli stessi autori *primitive trend-following*, da inserire nel modello generale. Per la seconda strategia presa in considerazione, gli autori fanno riferimento al lavoro di Mitchell e Pulvino (2001), che si concentra sugli hedge fund che utilizzano lo stile *Risk Arbitrage*. Come visto nel capitolo precedente, questo stile di gestione prevede una posizione lunga sulle azioni della società *target* e una posizione corta su quelle della società *bidder*. Innanzitutto, i fondi vengono suddivisi in due sottogruppi, che si differenziano in base alla modalità con la quale si conclude l'operazione di fusione: le fusioni *cash merger*, nelle quali la società acquirente offre denaro in cambio delle azioni della società *target*, e le fusioni *stock merger*, nelle quali la società *bidder* offre le proprie azioni anziché liquidità. Nel primo caso, il gestore si limita ad acquistare le azioni della società *target*, solitamente a un prezzo inferiore di quello concordato tra le parti per la conclusione dell'operazione; in questo modo, si ottiene profitto vendendo a scadenza dell'operazione di fusione i titoli all'acquirente, oltre agli eventuali dividendi pagati. Nel secondo caso invece il gestore, oltre ad assumere posizione lunga sulla società *target*, vende allo scoperto le azioni della società acquirente; normalmente, oltre al payoff principale dato dalla differenza tra il prezzo ottenuto dalla vendita allo scoperto e quello pagato per comprare le azioni della società acquistata, il gestore riceve anche un interesse pagato dal broker per l'operazione di *short-selling*. Dalla struttura delle strategie è chiaro che la principale fonte di rischio per il gestore è che gli accordi di fusione non vadano a buon fine. Gli autori osservano infatti che lo *spread* di arbitraggio, dato dalla differenza percentuale tra il prezzo delle azioni della società *target* e il prezzo offerto sul mercato per le stesse, ha un'evoluzione differente a seconda dell'esito dell'operazione: se le trattative si svolgono e si concludono positivamente, lo *spread* decresce fino ad azzerarsi nella data di risoluzione. Nel caso di mancato accordo, il differenziale aumenta fino al 30%. Il rischio sistematico per un fondo *Risk Arbitrage* è che diverse operazioni vengano cancellate allo stesso tempo, e questo può accadere in caso di crolli del mercato. Per questo motivo gli autori costruiscono un modello lineare, derivato dal CAPM, dove si stimano due differenti alfa e beta a seconda che il rendimento del mercato di riferimento

sia al di sopra o al di sotto di una soglia fissata. I risultati mostrano che in caso di condizioni normali di mercato gli alfa sono significativamente positivi, e nelle fasi negative il coefficiente beta aumenta notevolmente. Questa intuizione viene confermata anche dall'analisi della correlazione tra i rendimenti dei fondi *Risk Arbitrage* e il mercato azionario, che aumenta notevolmente in caso di crolli. Questa struttura non lineare dei payoff della strategia è quindi assimilabile alla vendita di opzioni put scritte sul mercato azionario: in condizioni normali, il gestore ottiene profitto dal premio per la vendita dell'opzione che a scadenza non viene esercitata. In caso di eventi estremi subisce un'ampia perdita dovuta dal pagamento del sottostante. In termini di *asset-based analysis* quindi il fattore di rischio per questi fondi può essere collegato a posizioni corte su put scritte sul mercato azionario. Nel lavoro di Fung e Hsieh (2003) vengono analizzati i fondi appartenenti allo stile *Long/Short Equity*. La strategia, che prevede simultaneamente posizioni lunghe e corte sul mercato azionario, a seconda delle previsioni dei gestori può definirsi *net-long*, nel caso questi ritengano probabile una futura fase di *bull market* e quindi si esponendosi a rialzi di mercato; alternativamente, lo stile si definisce *net-short*. È chiaro quindi che la fonte primaria di rischio per questo stile sia rappresentata dagli andamenti del mercato azionario. I fondi *Long/Short Equity* non rappresentano generalmente una fonte di investimento alternativa rispetto ai fondi comuni, se non per la sovrapposizione di posizioni sul mercato. Gli autori osservano anche una tendenza dei gestori ad assumere posizioni lunghe specialmente sulle azioni di società a bassa capitalizzazione, andando corti su strumenti di equity di società a capitalizzazione maggiore. Verificano quindi le intuizioni attraverso una regressione lineare multipla, relativamente al periodo 1994-2002, utilizzando come variabile dipendente indici di fondi *equity-oriented* di Hedge Fund Research, MSCI e TASS e come regressori l'indice S&P500 e la differenza tra l'indice Wilshire 1750 Small Cap e il Wilshire 750 Large Cap Index. Il modello risulta in grado di spiegare circa l'80% della varianza, e quindi del rischio legato ai rendimenti dei fondi *Long/Short*. Vengono così identificati altri due fattori ABS da inserire nel modello generale per gli hedge fund. In Fung Hsieh (2002) gli autori si focalizzano sui fondi *Fixed Income Arbitrage*. A differenza delle operazioni di arbitraggio puro, il rischio insito in questa strategia è dato dalla possibilità di mancata convergenza dei prezzi degli strumenti individuati, che può facilmente accadere in situazioni di dissesto dei mercati finanziari. Gli autori identificano quattro diversi tipi di strategie: i fondi *Fixed Income Convertible Bond*, che investono prevalentemente in obbligazioni

convertibili; i fondi *Fixed Income High-Yield Bond* che investono in obbligazioni *non-investment grade*; i fondi *Fixed Income Mortgage-Backed Securities* che investono in obbligazioni collegate a operazioni di cartolarizzazione dei mutui; i fondi *Fixed Income Diversified*, che possono essere considerati come fondi *Multi-Strategy* di quelli precedenti. Gli autori osservano che tutte queste strategie sono accomunate generalmente da una posizione lunga su obbligazioni ad alto rischio di credito, poco liquide e che quindi garantiscono un rendimento elevato, coperta da una posizione corta su titoli di debito ad alto merito creditizio ed alta liquidità. In aggiunta, molti di questi fondi sfruttano in modo importante la leva finanziaria, per amplificare i profitti che sono normalmente contenuti per le singole operazioni. La fonte di rischio comune ai fondi *Fixed Income* può essere rappresentata dal *credit spread*, dato dalla differenza tra i rendimenti di obbligazioni a basso merito creditizio e quelle ad alto; da un lato, la misura riesce a cogliere il payoff della strategia, dall'altra il rischio di *leverage*, dato che il suo ampliamento riflette solitamente peggiori condizioni di liquidità del mercato ed aumentano i costi per finanziare le posizioni dei gestori. Utilizzando come *proxy* per il *credit spread* la differenza tra obbligazioni valutate Baa da Moody's e il *10-year constant maturity treasury yield*, applicano un modello di regressione lineare ai rendimenti dell'indice di categoria *Fixed Income Arbitrage* di Hedge Fund Research relativamente al periodo 1990-1997. Il coefficiente beta risulta significativamente diverso da zero, pari a -5,37: un aumento del *credit spread* di un punto percentuale porterebbe quindi a una riduzione del 5,37% dei rendimenti di un hedge fund. La possibilità di avere serie molto più lunghe del *credit spread* rispetto a quelle dei rendimenti consente di effettuare analisi di scenario, dalle quali si evidenzia una forte sensibilità dei fondi *Fixed Income* ai cicli economici. Per verificare l'intuizione gli autori regrediscono l'indice HFR sull'indice S&P500, non rilevando tuttavia una buona capacità d'adattamento ai dati; nonostante ciò, individuano come possibile spiegazione la lunghezza relativamente breve delle serie storiche a disposizione. Fung e Hsieh individuano in questo modo sette fattori di rischio, ai quali successivamente è stato aggiunto un ulteriore, relativo ai mercati emergenti, riconducibili a quattro diverse macrocategorie, che vengono inseriti in un unico modello lineare:

1) Fattori di rischio Trend-Following:

- Bond Trend-Following Factor;
- Currency Trend-Following Factor;

- Commodity Trend-Following Factor.

2) Fattori di rischio Equity-orientend:

- Equity Market Factor: rendimento mensile dell'indice Standard & Poor's 500;
- Size Spread Factor: differenza tra il rendimento mensile dell'indice Russell 2000 e il rendimento mensile dell'indice S&P 500.

3) Fattori di rischio Bond-oriented:

- Bond Market Factor: variazione mensile del *10-year treasury constant maturity yield*;
- Credit Spread Factor: variazione mensile del differenziale il Moody's Baa yield e il *10-year treasury constant maturity yield*.

4) Fattori di rischio Emerging Markets:

- Emerging Market Index: rendimento mensile dell'indice MSCI Emerging Market.

Gli autori verificano la bontà di adattamento del modello regredendo i fattori di rischio sugli hedge fund contenuti nel database di Tremont TASS e di Hedge Fund Research, appartenenti alle quattro strategie presentate precedentemente; in questo modo verificano la significatività di almeno un *risk factor* nel 57% dei fondi contenuti nel primo database e del 37% di quelli presenti nel secondo. L'analisi si articola ulteriormente verificando se il modello può adattarsi anche a portafogli di hedge fund appartenenti a diverse strategie. Il framework viene applicato all'indice di fondi di hedge fund di Hedge Fund Research e agli indici *asset-weighted* rappresentativi dell'intero settore di MSCI, Hedge Fund Research, Credit Suisse e TASS. Per tutti gli indici considerati risultano significativi i coefficienti legati a S&P500 e al differenziale Small Cap-Large Cap, rilevando quindi una presenza importante di fondi *equity-oriented* nei principali database e nei portafogli dei fondi di hedge fund. Inoltre, tutte le equazioni riportano un'intercetta significativamente positiva, segno, almeno in media, della capacità dei gestori di saper conseguire un extra-profitto rispetto al mercato. Dato che il periodo considerato comprende due fasi di *bear market* importanti, rappresentate dal crollo di LTCM e dallo scoppio della bolla *dot-com*, gli autori ripropongono l'analisi in sottoperiodi del campione; in presenza delle crisi di mercato, si verifica un aumento generale dei beta legati all'indice S&P500, quindi in linea con le fasi negative del mercato azionario. A crescere è anche l'esposizione all'indice legato

al mercato obbligazionario, la cui possibile spiegazione è legata a un maggiore investimento in bond da parte dei gestori, provando a coprirsi dai crolli. Il segnale negativo è dato dagli alfa degli indici, che crollano drammaticamente nei sottoperiodi di *bear market*, lasciando intendere che i gestori non sono stati in grado di conseguire performance esaustive nelle fasi di crisi.

2.4.3 I limiti dei modelli lineari a fattori

Nonostante i *linear factor model* rappresentino una soluzione efficiente alle problematiche evidenziate dalle misure che utilizzano il CAPM, presentano alcune limitazioni. Nonostante la buona capacità di adattarsi ai dati, i modelli riescono a spiegare solamente una parte della varianza dei rendimenti, e quindi del rischio associato agli hedge fund, dovuto all'impossibilità di avere un'idea chiara del reale portafoglio gestito. Inoltre, bisogna considerare la non perfetta stazionarietà delle serie: il settore è uno dei più mutevoli dell'intero sistema del risparmio gestito, e questo comporta anche un cambiamento nel tempo del rischio. Anche se i modelli riescono a adattarsi bene ai dati, spesso non sono comunque indicativi per il futuro. Un'altra critica mossa è la non replicabilità dell'investimento attraverso i fattori: anche prendendo in considerazione fattori ABS come gli indici azionari, che più si avvicinano a soddisfare questa proprietà, è impossibile replicarli perfettamente a causa delle commissioni d'intermediazione e di gestione. In più, in molti casi non è possibile nemmeno ottenere e replicare la combinazione di fattori suggerita dal modello. Ancora, un limite evidenziato anche da Fung e Hsieh è rappresentato dal fatto che trovare una combinazione di fattori che si adatta ai dati non significa necessariamente che la strategia di un hedge fund sia basata su quei fattori; in altri termini, la correlazione tra le variabili esplicative e i rendimenti non ne implica la causalità. Gli autori non escludono la possibilità che possano esistere ulteriori fattori, o diverse combinazioni che colgano in modo altrettanto esaustivo il rischio degli hedge fund. In più, il modello a otto fattori di rischio potrebbe non adattarsi bene a strategie non convenzionali. Spostando l'analisi da indici a singoli fondi, potrebbero non essere sufficienti le variabili individuate.

2.5 La costruzione di portafogli

La distribuzione non normale degli hedge fund gioca un ruolo importante anche nella fase di costruzione di portafogli: asimmetria ed eccesso di curtosi rendono inadeguato il classico approccio alla costruzione di portafogli, nel quale vengono considerati solamente i primi due momenti della distribuzione. La Modern Portfolio Theory introdotta da Markowitz (1952) si concentra sulla ricerca della combinazione ottima rischio-rendimento di portafoglio. Il rischio viene quantificato stimando le varianze e le covarianze degli asset; in questo modo la rischiosità del portafoglio è riducibile inserendo attività non perfettamente correlate tra loro. La diversificazione tra strumenti finanziari di diversa natura, area geografica o settore è cruciale per ridurre l'impatto di ognuno di essi in termini di rischio totale. Analiticamente, il modello di Markowitz si traduce in un problema di ottimo vincolato, nel quale si procede a minimizzare la varianza di portafoglio, imponendo come vincolo un rendimento minimo richiesto dall'investimento:

$$\begin{aligned} \min_w \quad & w' \Sigma w \\ \text{s. v.} \quad & w' \mu \geq \mu^* \\ & w' \iota = 1 \end{aligned}$$

dove:

w = vettore dei pesi di portafoglio;

Σ = matrice di varianze e covarianze;

μ = vettore dei rendimenti attesi;

μ^* = rendimento minimo richiesto di portafoglio,

richiedendo come ulteriore vincolo che il portafoglio sia completamente investito. Alternativamente, il problema può essere riscritto inserendo come funzione obiettivo la massimizzazione del rendimento di portafoglio, dato un livello massimo di varianza sopportabile. Le diverse combinazioni rischio-rendimento portano a costruire sul piano deviazione standard-rendimento atteso la cosiddetta frontiera efficiente, che, per un individuo avverso al rischio, è rappresentata come una funzione monotona crescente e concava. Il modello si basa quindi sull'assunzione che gli investitori massimizzino l'utilità attesa della propria ricchezza, e che la funzione di utilità dipenda solamente dalla media, dalla varianza e dal coefficiente di avversione al rischio individuale.

L'utilità viene così rappresentata come una funzione quadratica e, nel caso si assuma che i rendimenti delle attività da inserire in portafoglio siano distribuiti come una normale, come una funzione CARA, cioè con coefficiente di avversione al rischio assoluta costante. È quindi chiaro che nel caso degli hedge fund le assunzioni non risultano veritiere, dato che un investitore potrebbe tenere conto del rischio associato ad asimmetria negativa e leptocurtosi. Un investitore che costruisce un portafoglio con un approccio media-varianza può giungere a risultati non ottimali: portafogli inefficienti in un framework media-varianza potrebbero invece essere efficienti in un framework media-varianza-asimmetria-curtosi. La letteratura si è quindi concentrata sul modo con cui tenere conto anche di asimmetria e curtosi nella ricerca di portafogli ottimi. Per quanto riguarda il momento terzo, è ragionevole pensare che un investitore avverso al rischio preferisca una distribuzione che sia caratterizzata da asimmetria positiva: in questo modo, nonostante aumenti la probabilità che si verifichino rendimenti negativi di bassa entità, si riduce notevolmente la probabilità di osservare ritorni estremamente negativi. In questo caso quindi la funzione obiettivo deve tenere conto della massimizzazione dell'asimmetria. Anche per la curtosi, l'individuo avverso al rischio tende a minimizzare la probabilità di eventi estremi, preferendo quindi una distribuzione platicurtica, cioè più appiattita rispetto ad una normale e con code più corte. In questo modo, nonostante la riduzione della probabilità che si verifichino rendimenti estremamente positivi, è possibile ridurre notevolmente il *tail risk*. Nel caso del momento quarto quindi la funzione obiettivo deve tenere conto della minimizzazione della curtosi. Il framework che si crea quindi consiste nella risoluzione contemporanea di più obiettivi conflittuali tra loro: da un lato la massimizzazione della media e dell'asimmetria di portafoglio, dall'altro la minimizzazione di varianza e curtosi. Sul piano deviazione standard-rendimento atteso quindi si giunge a una frontiera efficiente più bassa rispetto a quella ottenuta con l'approccio media varianza; tuttavia, considerando il rischio in un'accezione più ampia rispetto a Markowitz, si possono ottenere portafogli relativamente più efficienti in termini di performance *risk-adjusted*.

2.5.1 I portafogli MVSK

Una soluzione al problema di ottimizzazione media-varianza-asimmetria-curtosi (MVSK) è proposta da Davies, Kat e Lu (2009), che applicano l'approccio ad obiettivo

multiplo nella selezione di portafogli di fondi di hedge fund. Il problema viene definito analiticamente come:

$$\begin{aligned}
\max_w Z_1 &= w' \mu \\
\max_w Z_3 &= (w'(\mu - E(\mu)))^3 \\
\min_w Z_4 &= (w'(\mu - E(\mu)))^4 \\
s. v. \quad w' \Sigma w &= v \\
w &\geq 0 \\
w' \iota &= 1
\end{aligned}$$

con

Z_1 = rendimento atteso di portafoglio;

Z_3 = asimmetria attesa di portafoglio;

Z_4 = curtosi attesa di portafoglio.

Nel modello quindi la varianza viene inserita come vincolo di portafoglio e non nella funzione obiettivo, fissata a un livello arbitrario pari a v , oppure pari a uno normalizzando il problema in uno spazio a varianza unitaria. Inoltre, viene imposto che le quote non possano assumere valore negativo, cioè un vincolo alla possibilità di vendita allo scoperto (definito *no short-selling constraint*), oltre al completo investimento del portafoglio (*full investment constraint*). Il processo per raggiungere la soluzione ottima si articola in due fasi. Nella prima è necessario stimare tre diversi portafogli:

- Il portafoglio efficiente media-varianza, dal quale si ricava il rendimento ottimo atteso Z_1^* ;
- Il portafoglio efficiente asimmetria-varianza, dal quale si ricava l'asimmetria ottima attesa Z_3^* ;
- Il portafoglio efficiente curtosi-varianza, dal quale si ricava la curtosi ottima attesa Z_4^* .

Nella seconda fase di costruzione del portafoglio, si procede a risolvere un nuovo problema di ottimo vincolato, dove la funzione obiettivo tiene conto dei diversi obiettivi di media, asimmetria e curtosi. Il problema viene scritto come:

$$\min_w (1 + d_1)^{k_1} + (1 + d_3)^{k_3} + (1 + d_4)^{k_4}$$

$$s.v. d_1, d_3, d_4 \geq 0$$

$$w' \Sigma w = 1$$

$$w \geq 0$$

$$w' \iota = 1$$

dove d_1, d_3, d_4 sono calcolati come:

$$d_1 = Z_1^* - Z_1;$$

$$d_3 = Z_3^* - Z_3;$$

$$d_4 = Z_4 - Z_4^*,$$

e quindi rappresentano nella funzione obiettivo le distanze tra i momenti del portafoglio a obiettivo multiplo e quelli ottimi calcolati al primo stadio dell'analisi. Le distanze vengono poste maggiori o uguali a zero, dato che, essendo media, asimmetria e curtosi obiettivi conflittuali, non è possibile ottenere un ottimo superiore a un problema a obiettivo unico. La funzione obiettivo prevede inoltre i coefficienti k_1, k_3 e k_4 , che sono necessari per gestire il grado di preferenza dell'investitore verso uno dei tre obiettivi. Ad esempio, impostando pari a zero un coefficiente, il corrispondente obiettivo viene ignorato. Al contrario, il coefficiente più elevato rappresenta l'obiettivo al quale l'individuo è più sensibile. Il modello mostra così la sua grande versatilità, dato che impostando due coefficienti a zero si può ricondurre il problema a un unico obiettivo, e quindi ad esempio calcolare i pesi di portafoglio ottimi nel mondo media-varianza di Markowitz azzerando i coefficienti k_3 e k_4 . Gli autori utilizzano il modello sia per la costruzione di fondi di hedge fund tra diversi stili di gestione, sia per portafogli composti dai hedge fund, azioni e obbligazioni. L'analisi viene svolta utilizzando il database Tremont TASS e copre il periodo giugno 1994-maggio 2001. Nel caso dei portafogli di hedge fund, si evidenzia una significativa differenza tra quelli ottenuti considerando lo spazio media-varianza e quelli costruiti inserendo tra le preferenze asimmetria e curtosi. La strategia *Risk Arbitrage*, che nel primo caso ha il peso in portafoglio maggiore per la bassa volatilità e gli alti rendimenti osservati, risulta ignorata quando vengono presi in considerazione i momenti della distribuzione superiori al secondo. Le strategie preferite nel contesto MVSK sono invece lo stile

Global Macro ed *Equity Market Neutral*. Nonostante buoni profili in termini di performance *risk-adjusted*, gli stili *Long/Short Equity*, *Convertible Arbitrage* e *Distressed Securities* hanno un peso molto ridotto sia nei portafogli media-varianza sia in quelli a obiettivo multiplo. I motivi vengono ricondotti in parte alle caratteristiche delle singole distribuzioni marginali: gli stili che mostrano asimmetria positiva e basso eccesso di curtosi sono logicamente importanti nei portafogli MVSK, mentre le strategie caratterizzate da distribuzione leptocurtica e asimmetria negativa vengono limitate o escluse. Ma gli autori si focalizzano in particolare sulle distribuzioni congiunte: in questo modo si spiega come lo stile *Equity Market Neutral*, con un rendimento medio molto basso ma con covarianze e co-curtosi con le altre strategie altrettanto ridotte viene preferito allo stile *Long/Short*, caratterizzato da ritorni medi attesi importanti ma covarianze e co-curtosi elevate. Per lo stesso motivo, lo stile *Global Macro* è quello che riceve peso maggiore per la co-asimmetria positiva evidenziata con le altre strategie, mentre lo stile *Distressed Securities* viene completamente escluso dai portafogli per l'elevata co-asimmetria negativa. Considerazioni simili vengono fatte anche osservando i portafogli che combinano le strategie di hedge fund con azioni e obbligazioni. In quanto alle singole strategie, anche nei nuovi portafogli lo stile *Global Macro* continua ad agire da intensificatore di asimmetria, mentre lo stile *Equity Market Neutral* contribuisce a ridurre la curtosi di portafoglio. Non ponendo in questo caso vincoli allo *short-selling*, i portafogli costruiti investono in bond e hedge fund vendendo allo scoperto azioni. Questo perché la co-asimmetria tra azioni e molte delle strategie di hedge fund è negativa, mentre risulta positiva quella tra obbligazioni e hedge fund, oltre a co-curtosi più contenute. Si evidenzia quindi, non combinandosi bene in termini di asimmetria, che gli hedge fund potrebbero essere utilizzati dagli investitori come sostituti di investimenti in azioni. Dal punto di vista economico, il motivo di questo fenomeno deriva dal fatto che alcuni stili prevedono l'investimento diretto in azioni, mentre altri sono comunque sensibili a diversi fenomeni che si registrano durante una crisi: con il crollo dei mercati azionari, spesso si verificano una stretta alla liquidità sui mercati, un aumento del *credit spread*, oltre ad un aumento delle richieste di rimborso. Tutti questi fattori influenzano negativamente anche la performance di strategie che fanno massiccio ricorso alla leva finanziaria. In contesti di *bear market* invece, lo stile *Global Macro*, che punta a prevedere e sfruttare trend macroeconomici, è in grado di ottenere migliori performance quando i mercati crollano o la volatilità aumenta notevolmente; questo

può anche essere il motivo per il quale le co-asimmetrie sono generalmente positive. Dall'altro lato, lo stile *Equity Market Neutral*, che come obiettivo primario ha l'annullamento del rischio sistematico e la neutralità rispetto al mercato di riferimento, evidenzia co-curtosi negative e contribuisce a ridurre il *tail risk* di portafoglio.

2.6 Il *maximum drawdown* e il Calmar ratio

Una misura utile per l'analisi ex-post di un investimento è rappresentata dal *maximum drawdown*, che consente all'investitore di osservare qual è stata la perdita massima percentuale di portafoglio nel periodo considerato. Offre quindi una misura alternativa del *downside risk* senza utilizzare i momenti della distribuzione, calcolata a partire dal montante generato dall'investimento. Il *drawdown* di un portafoglio al tempo t viene definito come:

$$DD_t = \min \left(\frac{V_{pt}}{\max(V_{p0}, \dots, V_{pt})} - 1; 0 \right)$$

dove:

V_{pt} = valore del portafoglio al tempo t ;

$\max(V_{p0}, \dots, V_{pt})$ = massimo valore del portafoglio tra il tempo 0 e t .

Il *drawdown* assume per costruzione un valore massimo pari a zero, nel caso il valore del portafoglio al tempo t sia maggiore o uguale al massimo relativo registrato precedentemente, mentre se è inferiore assume valore negativo. Calcolando la serie dei *drawdown* nell'arco temporale preso in considerazione, il *maximum drawdown* viene calcolato come:

$$MDD = \min (DD_t)$$

restituendo il massimo crollo percentuale verificatosi tra il tempo 0 e t . Il limite principale di questa misura è quindi l'impossibilità di fornire una misura di rischio in scenari differenti da quelli che si sono già verificati, essendo calcolabile solamente su quanto si è osservato. In più, il rischio è identificato solamente attraverso un unico evento, limitandone così la rappresentatività. A partire dal massimo *drawdown* è possibile calcolare un indice assimilabile alle misure di performance *risk-adjusted*, definito Calmar ratio, introdotto da Young (1991) per valutare i *Commodity Trading*

Advisor e gli hedge fund, data la maggiore esposizione al *tail risk*. L'indice è rappresentato come:

$$Calmar\ ratio_p = \frac{r_p}{MDD_p}$$

Rapportando quindi il rendimento medio di portafoglio, solitamente annualizzato, al suo *maximum drawdown*. Nonostante l'evidente somiglianza con lo Sharpe ratio e le altre misure di performance aggiustate per il rischio, l'indice di Calmar mantiene pregi e difetti legati al *drawdown*: da un lato incorpora il vantaggio della facile comprensibilità per l'investitore, dall'altro la mancanza di significatività statistica rispetto all'utilizzo della varianza o di misure di rischio simili utilizzate in altri indici.

3. La diversificazione di portafoglio tramite strategie di hedge fund: un'analisi empirica

In questo terzo capitolo viene proposta un'analisi empirica, con l'obiettivo di verificare quali strategie di hedge fund sono in grado di decorrelarsi dalle asset class tradizionali, e se questa capacità dei gestori può portare ad un miglioramento della performance in ottica di ottimizzazione di portafoglio. L'idea è che per un investitore che detiene un portafoglio di sole posizioni lunghe, individuare una asset class in grado di diversificare nelle fasi negative e incrementare i rendimenti in quelle positive sia centrale per ottenere migliori performance aggiustate per il rischio. Il capitolo è organizzato come segue: nel primo paragrafo sono presentati i dati utilizzati per rappresentare le asset class tradizionali e le diverse strategie di hedge fund da inserire in portafoglio. Nel secondo paragrafo vengono effettuate le analisi preliminari sui dati, per verificare da un lato se le serie mostrano anomalie distributive in termini di asimmetria e curtosi, dall'altro la presenza di autocorrelazione; successivamente, viene stimato per ogni strategia un processo autoregressivo e calcolata la serie di rendimenti *unsmoothed*. Nel paragrafo 3.3 si procede alla stima della correlazione tra le strategie di hedge fund e mercato azionario e obbligazionario, tenendo conto della sua evoluzione nel tempo e della differenza tra fasi positive e negative dei mercati. Nel quarto paragrafo si presentano le scelte e la metodologia con le quali vengono costruiti portafogli composti da hedge fund, azioni, obbligazioni e commodities, attraverso l'approccio a obiettivo multiplo. Infine, nel quinto paragrafo vengono valutati i portafogli ottenuti attraverso le misure di performance *risk adjusted*, il modello CAPM nella versione di Asness, il modello 7+1 *risk factor* di Fung e Hsieh e il calcolo del *maximum drawdown* e relativo Calmar ratio.

3.1 Dati

Ai fini dell'analisi è necessario identificare misure per rappresentare portafogli che investono nel mercato azionario, obbligazionario e delle commodities, oltre che nelle diverse strategie di hedge fund. Per le azioni, si utilizzano l'indice MSCI *All Country World* (fonte: Morningstar Direct), per le obbligazioni l'indice *Bloomberg Barclays Global Aggregate* (fonte: Morningstar Direct) e per le commodities l'indice Standard & Poor's GSCI (fonte: Morningstar Direct). Per quanto riguarda gli hedge fund, si utilizzano gli indici di categoria forniti da Credit Suisse, concentrandosi su dieci

strategie principali: *Long/Short Equity*, *Emerging Markets*, *Global Macro*, *Managed Futures*, *Convertible Arbitrage*, *Equity Market Neutral*, *Event Driven*, *Distressed Securities*, *Fixed Income Arbitrage* e *Muti-Strategy*. Gli indici forniti sono *asset-weighted*, e comprendono i rendimenti al netto delle commissioni dei fondi contenuti nel database proprietario, che include approssimativamente 9000 fondi. Gli hedge fund, ripartiti per strategia in base a quanto dichiarato dal gestore, sono inseriti nell'indice se rispettano alcune condizioni: i fondi devono raggiungere la soglia dimensionale minima di 50 milioni di dollari di AUM, devono aver pubblicato almeno dodici dati mensili nel database e possedere bilanci e rendiconti certificati. Possono comunque essere inseriti i fondi che, pur pubblicando dati da meno di un anno, raggiungono o superano 500 milioni di dollari di risparmio gestito. Nonostante la ponderazione *asset-weighted*, il peso massimo attribuibile ad ogni fondo partecipante è del 15%; l'inserimento di un *weight cap* permette così di prescindere dall'andamento di un singolo fondo. Per mantenere la rappresentatività del settore e i limiti imposti per il calcolo, gli indici sono ribilanciati trimestralmente. Per costruzione, gli indici risultano adatti a replicare ipotetici fondi di hedge fund per ogni strategia. Inoltre, inserire i fondi in base alla massa gestita dal fondo e non in base alla performance, come potrebbe accadere selezionando gli hedge fund da un database tramite ottimizzazione di portafoglio, permette di non sovrastimare i rendimenti delle diverse strategie. Un altro vantaggio è rappresentato dal fatto che, non potendo eliminare ex-post i dati passati dei fondi che si cancellano dall'indice, vengono implicitamente gestiti i *survivorship bias*; inoltre, come suggerito dal *provider* stesso, sono gestiti anche i *liquidation bias*, dato che i fondi non vengono rimossi dall'indice fino alla completa liquidazione. Al contrario, non potendo agire direttamente sulle serie storiche dei singoli fondi, non possono essere gestiti i *backfill bias*. Come *proxy* per il tasso risk free, utilizzato per calcolare la performance aggiustata per il rischio e gli extra-rendimenti nel CAPM, scelgo l'indice FTSE *1-month Treasury Bill* (fonte: Morningstar Direct), selezionato in quanto in letteratura viene considerato privo di rischio il tasso d'interesse obbligazionario a più breve scadenza di un'economia. Per il modello a fattori di rischio, si utilizzano gli strumenti in parte forniti, in parte indicati dagli autori: *Bond*, *Currency* e *Commodity lookback straddle primitive trend following strategies* (fonte: David A. Hsieh's Data Library, <https://faculty.fuqua.duke.edu/~dah7/HFRFData.htm>), rendimenti dell'indice S&P500 (fonte: Yahoo Finance), rendimenti dell'indice Russell 2000 (fonte: Investing.com), rendimenti del *10-year treasury constant maturity* (fonte:

FRED database), spread tra i rendimenti di bond Moody's Baa e rendimenti del *10-year treasury constant maturity* (fonte: FRED database), rendimenti mensili dell'indice *MSCI Emerging Markets* (fonte: Investing.com). I dati utilizzati sono denominati in dollari e hanno cadenza mensile, relativamente al periodo aprile 1994-giugno 2020.

3.2 Analisi preliminari

La figura 3.1 e la tabella 3.1 mostrano rispettivamente la rappresentazione grafica e le statistiche descrittive delle serie storiche a disposizione.

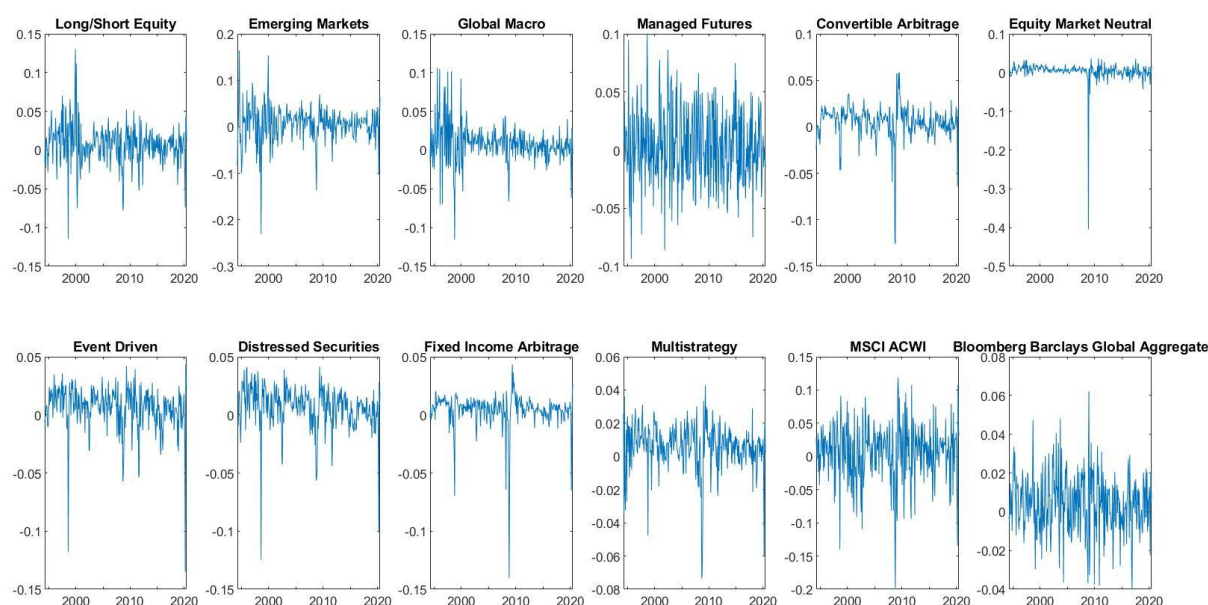


Figura 3.1 Rappresentazione grafica dei rendimenti (04/1994-06/2020).

Credit Suisse Hedge Fund Index	Minimo	Massimo	Mediana (annualizzata)	Media (annualizzata)	Deviazione standard (annualizzata)	Asimmetria (mensile)	Curtosi (mensile)
Credit Suisse Long/Short Equity	-11,43%	13,01%	8,76%	8,40%	8,94%	-0,0606	7,0064
Credit Suisse Emerging Markets	-23,03%	16,42%	11,52%	7,20%	12,99%	-0,8673	9,7059
Credit Suisse Global Macro	-11,55%	10,60%	9,36%	9,48%	8,45%	0,1975	8,3223
Credit Suisse Managed Futures	-9,35%	9,95%	2,52%	4,68%	11,26%	0,0523	2,9350
Credit Suisse Convertible Arbitrage	-12,59%	5,81%	8,64%	6,36%	6,24%	-2,6210	20,3052
Credit Suisse Equity Market Neutral	-40,45%	3,66%	6,60%	4,20%	9,01%	-12,3932	194,4287
Credit Suisse Event Driven	-13,47%	4,34%	10,20%	7,08%	6,58%	-2,6669	17,7360
Credit Suisse Distressed Securities	-12,45%	4,15%	10,92%	8,04%	6,27%	-2,2908	15,2517
Credit Suisse Fixed Income Arbitrage	-14,04%	4,33%	7,32%	5,04%	5,09%	-4,6604	38,5581
Credit Suisse Multi-Strategy	-7,35%	4,28%	8,64%	6,96%	4,95%	-1,7542	9,8694
MSCI ACWI	-19,79%	11,90%	14,80%	8,22%	15,14%	-0,7844	4,8908
Bloomberg Barclays Global Aggregate	-3,97%	6,21%	5,53%	4,94%	5,29%	-0,0163	3,7545
Standard & Poor's GSCI	-34,85%	17,95%	6,83%	-1,08%	22,89%	-0,9763	6,6206

Tabella 3.1 Statistiche descrittive dei rendimenti (04/1994-06/2020).

Osservando i momenti della distribuzione si possono immediatamente notare le anomalie descritte nel primo capitolo: ad eccezione di *Global Macro* e *Managed Futures*, tutte le strategie mostrano asimmetria negativa. Lo stile *Equity Market Neutral* è quello che presenta un'asimmetria negativa più marcata, pari a -12,39. Inoltre, tutte le distribuzioni degli indici di hedge fund risultano leptocurtiche, tranne per lo stile *Managed Futures*; anche per il momento quarto, il valore più anomalo è registrato dallo stile *Equity Market Neutral*, con un valore di 194,42, anche se gli indici *Convertible Arbitrage* e *Fixed Income Arbitrage* evidenziano distribuzioni altrettanto distanti da una normale. I valori di minimo e di massimo sono in grado di cogliere l'elevata variabilità delle strategie. In particolare, dai valori di minimo è possibile osservare il rischio di coda che caratterizza gli hedge fund: rendimenti molto negativi sono raggiunti dagli indici *Emerging Markets* (-23%) e soprattutto *Equity Market Neutral* (-40,45%). Per quanto riguarda gli indici azionario e obbligazionario, si notano valori più in linea con una distribuzione gaussiana: asimmetria leggermente negativa ed eccesso di curtosi pari a 1,89 per l'indice MSCI, mentre il *Bloomberg Barclays Global Aggregate* evidenzia eccesso di curtosi di 0,75 e asimmetria lievemente negativa di -0,01. Per quanto riguarda l'indice di S&P GSCI, si nota una distribuzione leptocurtica e asimmetrica, al pari delle strategie di hedge fund. Il rendimento medio annualizzato dell'indice MSCI, pari all'8,22%, è superiore a diverse strategie di hedge fund (*Emerging Markets*, *Managed Futures*, *Equity Market Neutral*, *Convertible Arbitrage*, *Event Driven*, *Distressed Securities*, *Fixed Income Arbitrage* e *Multi-Strategy*), segno che nel periodo in osservazione, almeno in media, diversi stili non sono stati in grado conseguire performance superiori ad investimenti tradizionali. Dall'altro lato, la deviazione standard annualizzata dell'indice azionario, pari a più del 15%, è superiore a tutte le strategie di hedge fund; questa osservazione comunque richiede un'analisi più approfondita, per verificare la presenza di autocorrelazione nei rendimenti dei fondi, che come visto nei capitoli precedenti può portare a sottostimarne la varianza delle serie.

3.2.1 Analisi di normalità

In questo sotto paragrafo vengono approfondite le intuizioni osservate precedentemente riguardo la distribuzione delle strategie di hedge fund, analizzando sia graficamente, sia tramite test statistico la non normalità dei campioni utilizzati. La figura 3.2 mostra il confronto grafico tra le distribuzioni effettive delle strategie di

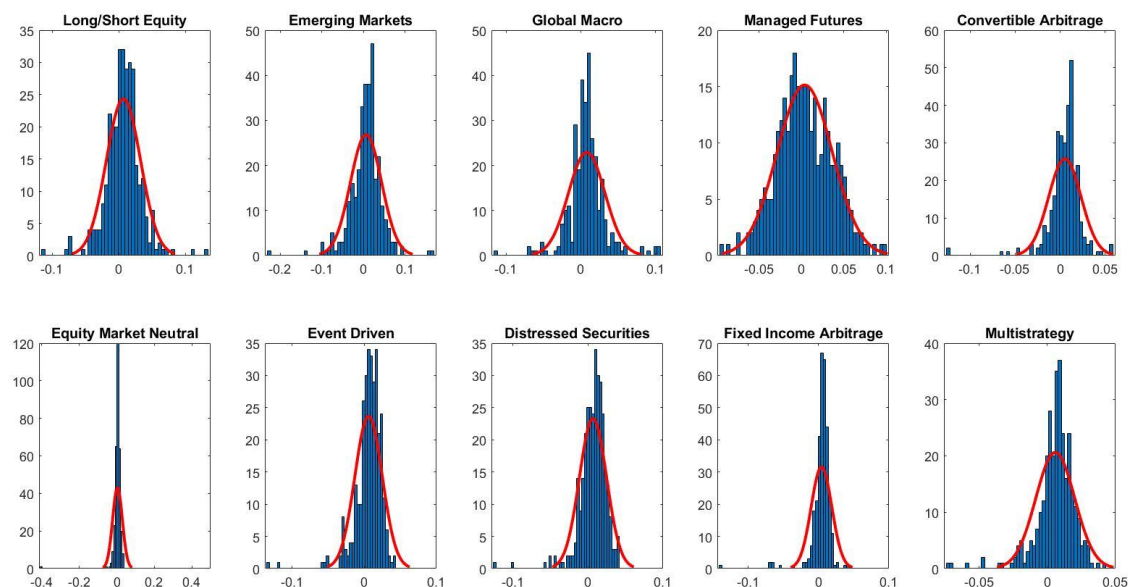


Figura 3.2 Confronto grafico con distribuzione normale degli indici di hedge fund (04/1994-06/2020).

hedge fund, rappresentate da istogrammi, e quella di una normale con la stessa media e varianza dei campioni a disposizione. Si può immediatamente notare che tutte le strategie, tranne lo stile *Managed Futures*, presenta una scarsa sovrapposizione con la distribuzione gaussiana, evidenziando discostamenti molto marcati soprattutto in termini di curtosi, colti da una maggior concentrazione dei dati attorno alla media, oltre

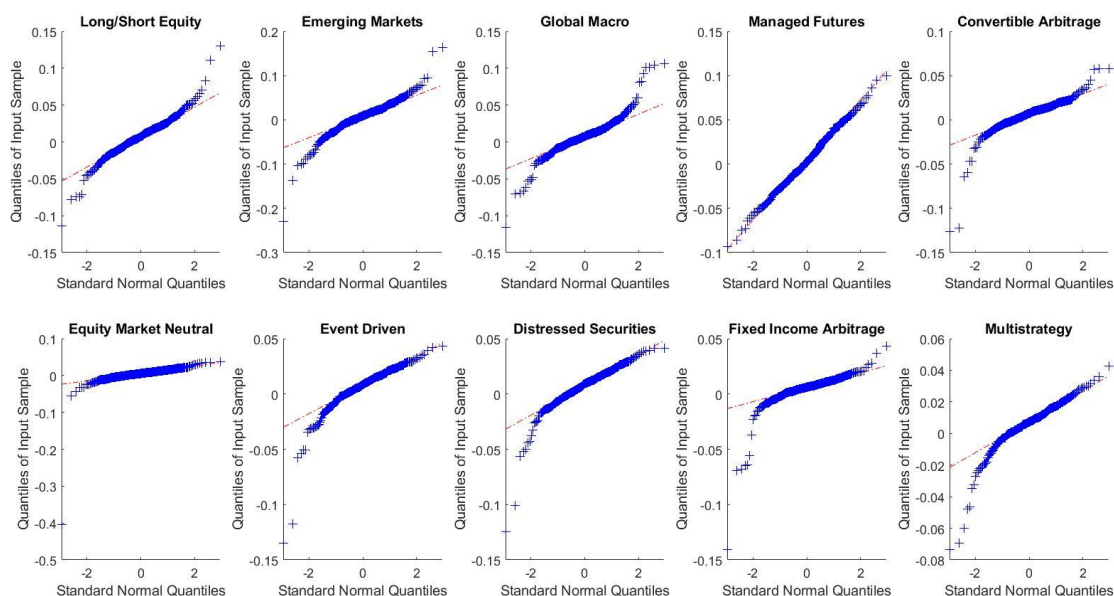


Figura 3.3 QQ Plot degli indici di hedge fund (04/1994-06/2020).

che per la presenza di osservazioni estremamente negative. La figura 3.2 mostra i QQ Plot, che rappresentano graficamente i quantili delle distribuzioni campionarie, confrontandole con quelli della normale. Nuovamente si evidenziano differenze molto

marcate rispetto alla distribuzione gaussiana, ben visibili sulle code sinistre, soprattutto nel caso dello stile *Equity Market Neutral* e *Fixed Income Arbitrage*. Scostamenti evidenti sulle code destre si possono osservare per gli stili *Long/Short Equity*, *Emerging Markets* e *Global Macro*; in questo caso le differenze possono essere interpretate favorevolmente, perché segno della capacità dei gestori di conseguire performance estremamente positive. Ancora, l'unica strategia che potrebbe distribuirsi come una normale è lo stile *Managed Futures*. A confermare quanto verificato con l'analisi grafica, si procede all'utilizzo di test statistici per verificare la normalità dei campioni. Nella tabella 3.2 sono presentati gli output del test di Jarque-Bera effettuato sulle serie storiche, che verifica l'ipotesi nulla congiunta che asimmetria ed eccesso di curtosi dei campioni siano uguali a zero. Scegliendo un livello di significatività del 5%, nove test su dieci portano a rifiutare l'ipotesi nulla, verificando così la non normalità delle strategie di hedge fund. Osservando i valori delle statistiche test, i campioni che più si allontanano da una distribuzione gaussiana sono gli indici *Equity Market Neutral* e *Convertible Arbitrage*. A conferma di quanto già visibile dall'analisi grafica, il test porta ad accettare l'ipotesi di normalità per lo stile *Managed Futures*.

Test di Jarque-Bera	Statistica	p-value	Risultato	Valore critico
Credit Suisse Long/Short Equity	210,86	0,0001	Rifiuto	5,78
Credit Suisse Emerging Markets	629,70	0,0001	Rifiuto	5,78
Credit Suisse Global Macro	373,84	0,0001	Rifiuto	5,78
Credit Suisse Managed Futures	0,19	0,5	Accetto	5,78
Credit Suisse Convertible Arbitrage	4291,20	0,0001	Rifiuto	5,78
Credit Suisse Equity Market Neutral	4890,30	0,0001	Rifiuto	5,78
Credit Suisse Event Driven	3223,50	0,0001	Rifiuto	5,78
Credit Suisse Distressed Securities	2245,60	0,0001	Rifiuto	5,78
Credit Suisse Fixed Income Arbitrage	1773,50	0,0001	Rifiuto	5,78
Credit Suisse Multi-Strategy	780,91	0,0001	Rifiuto	5,78

Tabella 3.2 Test di Jarque-Bera (04/1994-06/2020).

3.2.2 Analisi dell'autocorrelazione

Un altro aspetto che deve essere verificato è la presenza di autocorrelazione nei rendimenti delle strategie di hedge fund, che potrebbe portare a una stima distorta del rischio e della performance *risk-adjusted*. Nella figura 3.4 vengono mostrati gli autocorrelogrammi, che rappresentano, per ogni campione, i coefficienti di autocorrelazione tra le serie al tempo t e le serie al tempo $t-k$. Il livello di significatività è fissato al 5%, e le linee orizzontali rappresentano le bande di confidenza oltre le quali

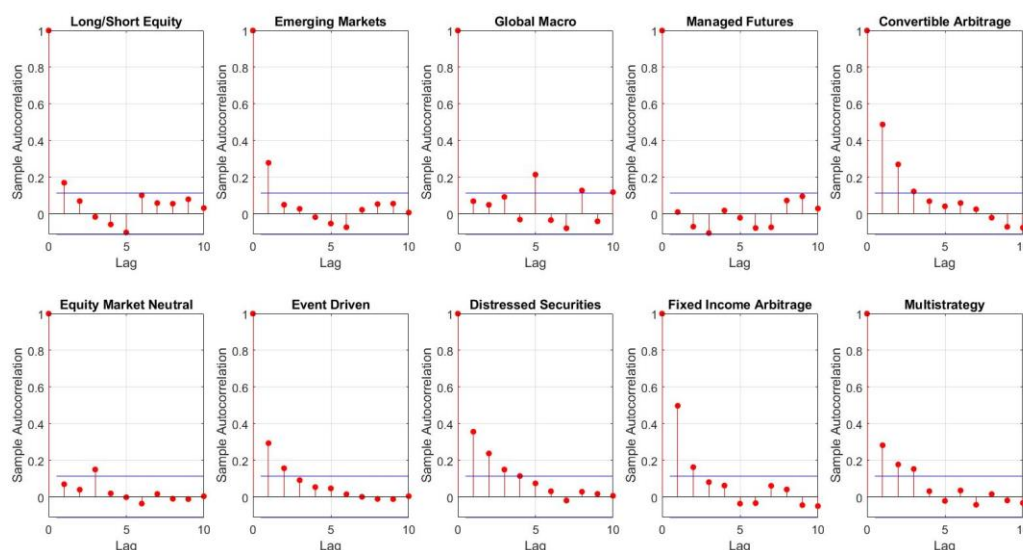


Figura 3.4 Autocorrelogrammi degli indici di hedge fund (04/1994-06/2020).

i coefficienti possono essere considerati significativamente diversi da zero. I grafici suggeriscono che molte delle serie presentano autocorrelazione; gli indici che potrebbero non essere autocorrelati sono quelli relativi agli stili *Managed Futures* e *Equity Market Neutral*, che evidenziano coefficienti non significativi. Per avere una valutazione più esaustiva è necessario ricorrere anche in questo caso a un test statistico. Nella tabella 3.3 sono presentati gli output del test di Ljung-Box, che verifica l'ipotesi

Test di Ljung-Box	Statistica	p-value	Risultato	Valore critico
Credit Suisse Long/Short Equity	26,60	0,1468	Accetto	31,41
Credit Suisse Emerging Markets	62,38	0,0001	Rifiuto	31,41
Credit Suisse Global Macro	54,80	0,0001	Rifiuto	31,41
Credit Suisse Managed Futures	31,01	0,0549	Accetto	31,41
Credit Suisse Convertible Arbitrage	126,26	0,0001	Rifiuto	31,41
Credit Suisse Equity Market Neutral	15,90	0,7227	Accetto	31,41
Credit Suisse Event Driven	45,29	0,0010	Rifiuto	31,41
Credit Suisse Distressed Securities	74,35	0,0001	Rifiuto	31,41
Credit Suisse Fixed Income Arbitrage	103,54	0,0001	Rifiuto	31,41
Credit Suisse Multi-Strategy	52,29	0,0001	Rifiuto	31,41

Tabella 3.3 Test di Ljung-Box (04/1994-06/2020).

nulla congiunta che, in questo specifico caso, i primi venti coefficienti di autocorrelazione siano uguali a zero. Scegliendo un livello di significatività del 5%, e confrontando le statistiche con un valore soglia di 31,41, i test portano ad accettare l'ipotesi nulla per gli stili *Long/Short Equity*, *Managed Futures* ed *Equity Market Neutral*. Osservando i valori delle statistiche test, le strategie che invece mostrano un'autocorrelazione più marcata sono gli indici *Convertible Arbitrage* e *Fixed Income*

Arbitrage. Per poter procedere al calcolo delle serie *unsmoothed* è comunque necessario verificare se un modello autoregressivo è in grado di adattarsi ai dati e stimare il coefficiente di autocorrelazione di primo ordine.

3.2.3 La stima dei coefficienti di autocorrelazione

Seguendo i principali studi empirici, il coefficiente di autocorrelazione del primo ordine è ricavato stimando un processo autoregressivo di ordine 1. Per osservare se il modello può adattarsi sufficientemente bene ai dati, è necessario osservare sia gli autocorrelogrammi mostrati nella figura 3.4, sia gli autocorrelogrammi parziali presentati nella figura 3.5. La funzione di autocorrelazione parziale (PACF) restituisce ad ogni periodo precedente k la stima dell'autocorrelazione tra la serie al tempo t e la serie al tempo $t-k$, ma a differenza della funzione di autocorrelazione globale (ACF) il valore stimato è condizionato a tutte le serie a lag compreso tra t e k . La caratteristica del processo AR(1) è di avere una funzione ACF che decade velocemente a zero, e una funzione PACF che ha solamente il primo coefficiente significativamente diverso da zero. Se dalla figura 3.4 possiamo interpretare tutte le funzioni come decadimenti a

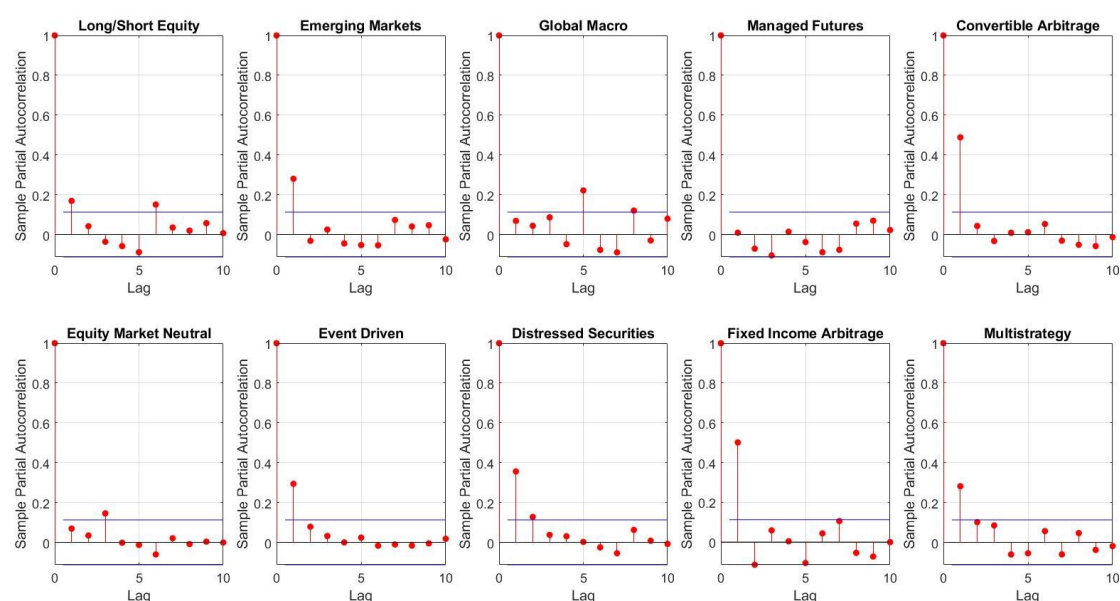


Figura 3.5 Funzioni di autocorrelazione parziali degli indici di hedge fund (04/1994-06/2020).

zero, nella figura 3.5 le funzioni PACF evidenziano caratteristiche contrastanti: mentre le serie *Long/Short Equity*, *Emerging Markets*, *Convertible Arbitrage*, *Event Driven*, *Distressed Securities*, *Fixed Income Arbitrage* e *Multi-Strategy* potrebbero essere generate da un processo autoregressivo di ordine 1, gli stili *Global Macro*, *Managed Futures* e *Equity Market Neutral* al contrario potrebbero non presentare coefficienti di

Coefficienti AR(1)	Stima	SE	Statistica t	p-value
Credit Suisse Long/Short Equity	0,17	0,06	3,03	0,0026
Credit Suisse Emerging Markets	0,28	0,05	5,18	0,0001
Credit Suisse Global Macro	0,07	0,06	1,21	0,2254
Credit Suisse Managed Futures	0,01	0,06	0,17	0,8669
Credit Suisse Convertible Arbitrage	0,49	0,05	9,93	0,0001
Credit Suisse Equity Market Neutral	0,07	0,06	1,22	0,2238
Credit Suisse Event Driven	0,29	0,05	5,43	0,0001
Credit Suisse Distressed Securities	0,36	0,05	6,73	0,0001
Credit Suisse Fixed Income Arbitrage	0,05	0,05	10,18	0,0001
Credit Suisse Multi-Strategy	0,28	0,05	5,21	0,0001

Tabella 3.4 Stima dei coefficienti di autocorrelazione del primo ordine (04/1994-06/2020).

autocorrelazione significativi. Nella tabella 3.4 vengono mostrate le stime OLS dei coefficienti di autocorrelazione del primo ordine. Come era stato intuito dalle funzioni di autocorrelazione, gli indici *Global Macro*, *Managed Futures* e *Equity Market Neutral* non presentano coefficienti significativi, e quindi rendimenti vischiosi. Al contrario, gli altri stili evidenziano un coefficiente di autocorrelazione positivo e questo, in accordo con la teoria, porta a sovrastimare la varianza e il livello generale di rischio legato ai fondi. Per ovviare al problema, nelle successive fasi dell'analisi verranno utilizzate sia per la stima della correlazione, sia per la costruzione dei portafogli ottimi le serie *unsmoothed* (r_t), calcolate con il metodo illustrato nel paragrafo 2.2:

$$r_t = \frac{r_t^* - \rho_1 \cdot r_{t-1}^*}{1 - \rho_1}$$

3.3 La correlazione tra hedge fund e asset class tradizionali

In questo paragrafo si vuole verificare l'effettiva capacità dei gestori di decorrelarsi dai mercati. Questo perché una correlazione nulla, o ancor meglio negativa, dovrebbe essere una caratteristica chiave per inserire gli hedge fund in un'ottica di ottimizzazione di portafoglio. Tuttavia, un aspetto cruciale non è tanto la capacità di slegarsi dalle asset class tradizionali in generale, quanto di ottenere performance positive quando i mercati sono in fase negativa. Questo dovrebbe garantire una efficiente diversificazione e copertura di portafoglio. Per verificare quali strategie di hedge fund rispettano queste caratteristiche, si procede nel modo seguente: nel primo sotto paragrafo vengono stimate le correlazioni tra gli indici di hedge fund e gli indici di mercato azionario e obbligazionario, utilizzando tutto il campione a disposizione. Nel secondo sotto

paragrafo viene stimata la correlazione condizionata alle diverse fasi di mercato: per ogni strategia viene stimata la correlazione quando i mercati sono in fase positiva e in fase negativa. Per avere una maggior evidenza dell'evoluzione nel tempo della correlazione, nel sotto paragrafo 3.3.3 vengono stimate le correlazioni mobili, calcolate utilizzando *rolling-window* di 36 mesi.

3.3.1 La stima della correlazione non condizionale

La tabella 3.5 riporta le stime delle correlazioni tra le strategie di hedge fund e il mercato azionario e obbligazionario. Dato che il calcolo dell'indice di correlazione di Pearson coinvolge sia la stima della covarianza tra le due serie, sia le deviazioni standard di queste, vengono mostrati i risultati ottenuti prima utilizzando le serie

Correlazione	Serie storiche		Serie unsmoothed	
	MSCI	BB Global	MSCI	BB Global
Credit Suisse Long/Short Equity	0,74	0,18	0,74	0,20
Credit Suisse Emerging Markets	0,64	0,07	0,67	0,12
Credit Suisse Global Macro	0,28	0,12	0,28	0,12
Credit Suisse Managed Futures	-0,005	0,29	-0,005	0,29
Credit Suisse Convertible Arbitrage	0,47	0,15	0,49	0,18
Credit Suisse Equity Market Neutral	0,29	0,06	0,29	0,06
Credit Suisse Event Driven	0,71	0,10	0,74	0,14
Credit Suisse Distressed Securities	0,66	0,08	0,69	0,14
Credit Suisse Fixed Income Arbitrage	0,40	0,14	0,41	0,15
Credit Suisse Multi-Strategy	0,51	0,21	0,51	0,23

Tabella 3.5 Correlazione tra indici di hedge fund e il mercato azionario e obbligazionario (04/1994-06/2020).

storiche osservate e poi quelle *unsmoothed*. In generale, si può notare una correlazione elevata con l'indice MSCI e più contenuta con il *Bloomberg Barclays Global Aggregate*: la correlazione media delle strategie di hedge fund con l'indice azionario è di 0,47, mentre di 0,14 con l'indice obbligazionario. Gli indici più correlati con il mercato azionario sono quelli che rappresentano gli stili *Long/Short Equity* e *Event Driven*; i risultati sono in linea con le aspettative, dato che entrambe le strategie fanno ricorso in modo importante a strumenti di equity. L'unica strategia che mostra una correlazione negativa con le azioni è lo stile *Managed Futures*; questo aspetto potrebbe indicare che i gestori, almeno nel periodo considerato, sono riusciti efficacemente a sfruttare la volatilità dei mercati. Come detto prima, le strategie sembrano essere tutte decorrelate con l'andamento dei mercati obbligazionari; questo aspetto potrebbe essere in accordo con quanto osservato da Davies, Kat e Lu (2009), ovvero che gli hedge fund

sembrano combinarsi bene in portafogli con titoli obbligazionari e meno con le azioni. Le differenze tra stime utilizzando le serie *unsmoothed* non portano a una significativa differenza: la correlazione media con le azioni sale da 0,47 a 0,48, mentre con i bond cresce leggermente da 0,14 a 0,16. Questa tendenza inversa è dovuta al fatto che la variazione della stima della covarianza è superiore alla variazione della stima delle varianze delle strategie di hedge fund, portando quindi a stimare correlazioni più alte. Tra le variazioni più significative si rilevano quella dello stile *Event Driven* con il mercato azionario, che lo porta ad essere la strategia più correlata con l'indice MSCI insieme allo stile *Long/Short Equity*, con un indice di Pearson che supera il 70% del suo massimo teorico; dall'altro lato, la correlazione stimata dell'indice *Distressed Securities* con il mercato obbligazionario sale da 0,08 a 0,14, rientrando quindi in linea con le altre strategie. Come detto in apertura di paragrafo, è necessario per ampliare l'analisi osservare la dinamica della correlazione nelle diverse fasi di mercato, per avere un'idea più approfondita della capacità di diversificazione delle strategie di hedge fund.

3.3.2 La stima della correlazione condizionale

Le tabelle 3.6 e 3.7 mostrano due diverse stime della correlazione tra le strategie hedge e le asset class tradizionali, differenziando tra fasi positive e negative di mercato. L'idea è che, avendo a disposizione dati mensili, la singola osservazione possa identificare un periodo favorevole o sfavorevole del mercato. Per identificare la soglia che distingue una fase dall'altra, si procede in modo differente per azioni e obbligazioni: nel primo

Correlazione condizionale (serie storiche)	Mercato azionario			Mercato obbligazionario		
	Up	Down	Δ	Up	Down	Δ
Credit Suisse Long/Short Equity	0,41	0,64	-0,23	0,11	0,29	-0,19
Credit Suisse Emerging Markets	0,35	0,61	-0,26	-0,02	0,26	-0,28
Credit Suisse Global Macro	0,04	0,18	-0,14	0,10	0,19	-0,09
Credit Suisse Managed Futures	-0,02	-0,31	0,29	0,24	0,09	0,14
Credit Suisse Convertible Arbitrage	0,36	0,43	-0,07	-0,01	0,20	-0,21
Credit Suisse Equity Market Neutral	0,35	0,16	0,20	-0,06	0,25	-0,32
Credit Suisse Event Driven	0,44	0,60	-0,15	-0,03	0,24	-0,26
Credit Suisse Distressed Securities	0,33	0,60	-0,26	-0,06	0,23	-0,29
Credit Suisse Fixed Income Arbitrage	0,09	0,48	-0,39	-0,07	0,27	-0,34
Credit Suisse Multi-Strategy	0,26	0,44	-0,18	-0,01	0,22	-0,22

Tabella 3.6 Correlazione condizionata alle fasi di mercato (04/1994-06/2020).

caso, si considera periodo di ribasso un rendimento negativo dell'indice MSCI ACWI, e periodo rialzista un rendimento positivo o nullo; per l'indice *Bloomberg Barclays Global Aggregate*, la soglia è fissata dalla media campionaria (pari allo 0,4% mensile). In questo modo si ottengono due diversi campioni per ogni mercato, con i quali

vengono stimate le correlazioni condizionali mostrate nelle tabelle. Per quanto riguarda il mercato azionario, si evidenzia un generale peggioramento della correlazione tra fasi positive e negative, descritto dall'indicatore delta nella terza colonna: considerando tutte le strategie, in media la correlazione aumenta di 0,12. Le variazioni più elevate sono raggiunte dagli stili *Distressed Securities*, con una correlazione stimata che quasi raddoppia da 0,33 a 0,60, e soprattutto *Fixed Income Arbitrage*, dove la correlazione nelle fasi positive è pressoché nulla, e cresce fino al 48% del massimo teorico. Le possibili interpretazioni sono differenti per le due strategie: per lo stile *Distressed Securities*, il motivo può essere legato alla natura stessa della strategia, che viene applicata assumendo posizioni lunghe su società in difficoltà finanziarie, ma che si pensa possano risolversi. In questo caso il rischio per il gestore è legato all'eventualità che molteplici società in portafoglio soffrano i ribassi o crisi di mercato, portando così il fondo a registrare performance negative insieme al mercato stesso. Per lo stile *Fixed Income Arbitrage*, la spiegazione può derivare dal ricorso massiccio della strategia alla leva finanziaria per incrementare la performance delle singole operazioni; in questo modo tuttavia ci si espone, in caso di crisi di mercato, che spesso sfociano in crisi di liquidità, in grandi perdite dovute alla stretta del credito da parte del sistema bancario. Le uniche due strategie che sono riuscite a ridurre la correlazione nelle fasi negative di mercato sono gli stili *Equity Market Neutral* e *Managed Futures*. Per il primo indice, il fenomeno può essere ricondotto alla capacità dei gestori di essere stati in grado di ridurre l'esposizione al rischio sistematico nelle fasi negative di mercato; per lo stile *Managed Futures*, si ha nuovamente indicazione dell'efficacia delle strategie di tipo *trend following* di conseguire performance positive all'aumentare della volatilità dei mercati, che si evidenzia tipicamente nelle fasi ribassiste. Da questo deriva una correlazione stimata che, già negativa nelle fasi positive, raggiunge un valore di -0,31 in situazioni di *bear market*. Per quanto riguarda le correlazioni con il mercato obbligazionario, fermo restando che le stime mostrano valori abbastanza contenuti (la correlazione più alta rilevata è di 0,29), si evidenzia anche in questo caso un peggioramento generale nelle fasi negative di mercato. L'aumento medio della correlazione nelle fasi negative di mercato, pari a 0,21, è addirittura superiore a quello relativo al mercato azionario. L'unica eccezione a questa tendenza è rappresentata dallo stile *Managed Futures*, che mostra un calo della correlazione da 0,24 a 0,09. Come detto prima, comunque, si evidenzia una sostanziale decorrelazione tra strategie di hedge fund e mercato obbligazionario, che potrebbe portare a portafogli ben

Correlazione condizionale (serie <i>unsmoothed</i>)	Mercato azionario			Mercato obbligazionario		
	Up	Down	Δ	Up	Down	Δ
Credit Suisse Long/Short Equity	0,42	0,64	-0,22	0,14	0,28	-0,14
Credit Suisse Emerging Markets	0,42	0,57	-0,15	0,02	0,27	-0,24
Credit Suisse Global Macro	0,04	0,18	-0,14	0,10	0,17	-0,07
Credit Suisse Managed Futures	-0,02	-0,31	0,29	0,24	0,09	0,16
Credit Suisse Convertible Arbitrage	0,43	0,35	0,08	0,11	0,15	-0,04
Credit Suisse Equity Market Neutral	0,35	0,16	0,19	-0,06	0,29	-0,35
Credit Suisse Event Driven	0,57	0,58	-0,01	0,05	0,20	-0,15
Credit Suisse Distressed Securities	0,44	0,57	-0,13	0,03	0,19	-0,15
Credit Suisse Fixed Income Arbitrage	0,11	0,48	-0,37	-0,07	0,26	-0,33
Credit Suisse Multi-Strategy	0,32	0,40	-0,08	0,04	0,17	-0,13

Tabella 3.7 Correlazione condizionale alle fasi di mercato, utilizzando le serie *unsmoothed* (05/1994-06/2020).

diversificati tra queste due asset class. Nella tabella 3.7 le stime vengono riproposte utilizzando le serie *unsmoothed* per gli indici che mostrano autocorrelazione. I risultati sono in linea con quanto osservato con le serie storiche. È comunque interessante notare come, per il mercato azionario, nelle fasi positive la stima utilizzando i rendimenti autocorrelati porta a sottovalutare la correlazione, mentre nelle fasi negative a sopravvalutarla.

3.3.3 La stima delle correlazioni mobili

In quest'ultima sezione viene mostrata la stima delle correlazioni con i mercati tradizionali, utilizzando finestre mobili di 36 mesi. Con questo approccio è possibile da un lato osservare l'evoluzione di lungo periodo, dall'altra individuare come le diverse strategie hanno risposto alle diverse crisi e tensioni sui mercati che si sono

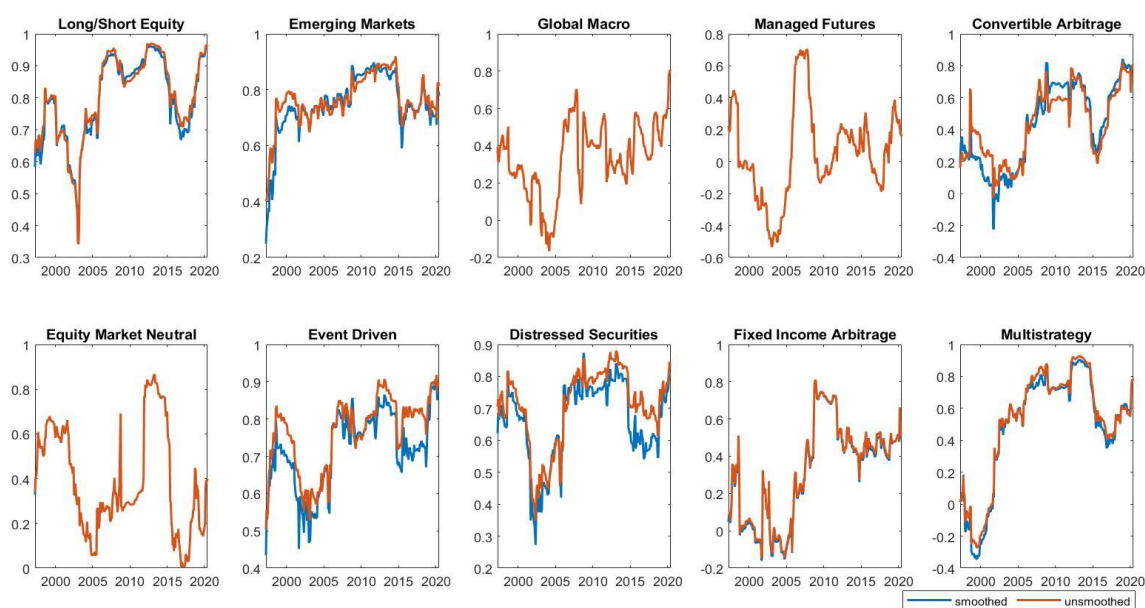


Figura 3.6 Correlazione mobile tra indici di hedge fund e mercato azionario (04/1997-06/2020).

verificate nel periodo considerato. La figura 3.6 presenta la stima delle correlazioni con il mercato azionario. Si può chiaramente apprezzare in generale, tranne per lo stile *Equity Market Neutral*, un trend crescente nell'evoluzione della correlazione. Il fenomeno potrebbe essere riconducibile a una progressiva difficoltà del settore a individuare inefficienze e opportunità di arbitraggio, e più in generale a conseguire extra-performance rispetto al mercato. Nonostante questa tendenza crescente, le stime mostrano comunque una grande variabilità: il campo di variazione medio, dato dalla differenza tra il valore massimo e minimo, è di 0,87, quasi la metà del range massimo, segno di un andamento decisamente non lineare. I picchi più elevati sono raggiunti dagli stili *Long/Short Equity* con 0,97 e *Event Driven* con 0,90, in linea con quanto osservato precedentemente sulle caratteristiche delle singole strategie. Dall'altro lato, i livelli più bassi di correlazione sono individuati dagli indici *Multi-Strategy*, con un valore di -0,34, e soprattutto *Managed Futures*, capace di raggiungere una correlazione negativa di -0,53. In questa parte dell'analisi è possibile anche andare a verificare la capacità di decorrelarsi delle diverse strategie durante le principali fasi di *bear market* verificatesi nel periodo 1997-2020. I principali crolli del mercato azionario sono riconducibili allo scoppio della bolla *dot-com*, alla crisi *subprime* successiva al fallimento di Lehman Brother e al recente crollo dovuto alla pandemia da Coronavirus. Per la prima crisi, inquadrando il sottoperiodo 2000-2001, si può notare che molte strategie sono riuscite ad aggiustare l'esposizione verso il mercato azionario, denotando una capacità degli hedge fund di gestire il crollo delle borse. Lo stesso non si può dire del periodo a seguito di settembre 2008: ad eccezione dei gestori *Managed Futures*, che anche in questa situazione sono riusciti a decorrelarsi, tutte le strategie mostrano un aumento significativo della correlazione, in alcuni casi, come per lo stile *Fixed Income Arbitrage*, raggiungendo la correlazione massima del periodo totale considerato. Analizzando l'ultimo crollo, nel periodo febbraio-aprile 2020 si può osservare che gli unici due indici a mantenere una correlazione contenuta sono, ancora, gli stili *Managed Futures* e *Equity Market Neutral*. La correlazione media delle altre strategie nel sottoperiodo considerato supera il 75%, con i picchi raggiunti dagli indici *Long/Short Equity* con 0,96 e *Event Driven* con 0,90, a ridosso di una correlazione perfettamente positiva. Non a caso, la perdita media del settore hedge fund nel solo mese di marzo 2020 è stata del 7%. La figura 3.7 mostra l'evoluzione delle correlazioni con il mercato obbligazionario. A differenza delle azioni, in questo caso non si evidenzia per tutte le strategie una tendenza crescente, con alcune serie che sembrano

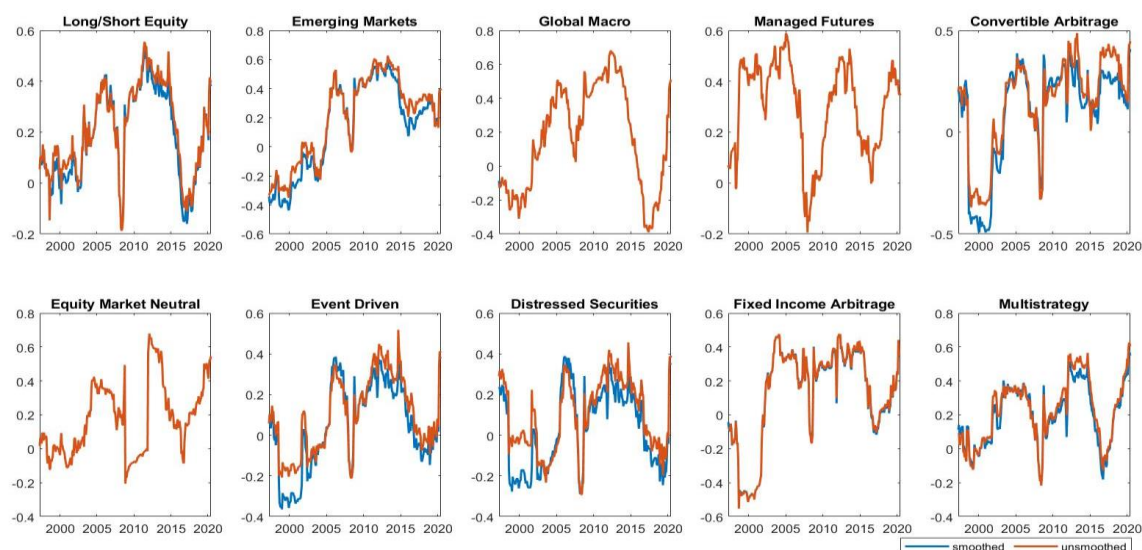


Figura 3.7 Correlazione mobile tra indici di hedge fund e mercato obbligazionario (04/1997-06/2020).

oscillare intorno alla media di lungo periodo. Le serie mostrano comunque una variabilità in linea con quanto osservato per il mercato azionario: anche qui, il campo di variazione medio è di 0,87, quasi la metà del range massimo. Deve comunque essere tenuto presente che rispetto al mercato azionario si registrano in generale picchi di correlazione meno elevati, e minimi più bassi: il valore massimo è raggiunto dagli stili *Global Macro* e *Equity Market Neutral* con 0,68, mentre la correlazione minima è registrata dall'indice *Fixed Income Arbitrage*, con un valore di -0,55. La strategia che mostra la correlazione massima più contenuta è lo stile *Distressed Securities*.

3.4 La costruzione di portafogli MSVK

Una volta osservata la correlazione tra le strategie di hedge fund e le asset class tradizionali, l'obiettivo è di verificare se, costruendo portafogli di sole posizioni lunghe, una bassa correlazione possa portare a miglioramenti della performance in un'ottica di ottimizzazione. Per ogni indice di hedge fund quindi costruisco dieci portafogli ottimi formati dalla i -esima strategia, azioni, obbligazioni e commodities, per osservare come si combinano i diversi stili di gestione sia con le asset class tradizionali che con asset class alternative. Data l'evidenza di asimmetria negativa e leptocurtosi nelle analisi preliminari, utilizzo l'approccio a obiettivo multiplo per determinare la composizione ottima, quindi massimizzando media e asimmetria e contemporaneamente minimizzando la curtosi, dato un livello di varianza prefissato. Per tenere conto del grado di autocorrelazione utilizzo le serie *unsmoothed* calcolate

precedentemente. Rispetto alla formulazione originaria del modello, modifico i vincoli in modo da ottenere portafogli che siano ben diversificati sui quattro titoli. Il vincolo di *no short-selling* viene sostituito imponendo un investimento minimo del 10% su ogni titolo e un massimo del 50%. Il livello di varianza fissato viene sostituito imponendo un massimo consentito; la soglia viene individuata arrotondando la deviazione standard dell'intero campione, pari all'8,5% su base annua. Viene mantenuto identico il *full investment constraint*. Si procede quindi alla prima fase della costruzione di portafogli ottimi MVSK, nella quale si determinano i valori ottimi dei portafogli a obiettivo singolo:

- Il portafoglio efficiente media-varianza:

$$\begin{aligned}\max_w Z_1^* &= w' \mu \\ s. v. \quad w' \Sigma w &\leq 0,0006 \\ 0,1 &\leq w \leq 0,5 \\ w' \iota &= 1\end{aligned}$$

dove è quindi necessario stimare solamente la matrice di varianze e covarianze Σ , che è una matrice $N \times N$ dove sulla diagonale si trovano le varianze degli N asset considerati, mentre gli altri elementi sono rappresentati dalle covarianze tra i diversi asset. In questo caso, con quattro titoli a disposizione:

$$\hat{\Sigma} = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \sigma_{14} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \sigma_{23} & \sigma_{24} \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_3^2 & \sigma_{34} \\ \sigma_{41} & \sigma_{42} & \sigma_{43} & \sigma_4^2 \end{bmatrix}$$

- Il portafoglio efficiente asimmetria-varianza:

$$\begin{aligned}\max_w Z_3^* &= w' \Phi (w \otimes w) \\ s. v. \quad w' \Sigma w &\leq 0,0006 \\ 0,1 &\leq w \leq 0,5 \\ w' \iota &= 1\end{aligned}$$

dove \otimes rappresenta il prodotto di Kroenecker tra i vettori delle quote. Per questo portafoglio è necessario stimare anche la matrice di asimmetrie e co-asimmetrie Φ , che è una matrice $N \times N^2$. In questo caso:

$$\widehat{\Phi} = [S_1 | S_2 | S_3 | S_4]$$

dove la matrice S_i è una matrice 4×4 il cui primo elemento è l'asimmetria dell' i -esimo titolo e gli altri le co-asimmetrie tra l' i -esimo titolo e gli altri tre:

$$\widehat{S}_i = \begin{bmatrix} S_{i11} & S_{i12} & S_{i13} & S_{i14} \\ S_{i21} & S_{i22} & S_{i23} & S_{i24} \\ S_{i31} & S_{i32} & S_{i33} & S_{i34} \\ S_{i41} & S_{i42} & S_{i43} & S_{i44} \end{bmatrix}$$

- Il portafoglio efficiente curtosi-varianza:

$$\min_w Z_4^* = w' \Psi (w \otimes w \otimes w)$$

$$s. v. w' \Sigma w \leq 0,0006$$

$$0,1 \leq w \leq 0,5$$

$$w' t = 1$$

dove deve essere stimata la matrice di curtosi e co-curtosi Ψ , che è una matrice $N \times N^3$. In questo caso:

$$\widehat{\Psi} = [K_{11}|K_{12}|K_{13}|K_{14}|K_{21}|K_{22}|K_{23}|K_{24}|K_{31}|K_{32}|K_{33}|K_{34}|K_{41}|K_{42}|K_{43}|K_{44}]$$

dove la matrice K_{ij} è una matrice 4×4 il cui primo elemento, nel caso $i=j$, è la curtosi dell' i -esimo titolo e gli altri le co-curtosi tra il titolo i e gli altri tre:

$$\widehat{K}_{ij} = \begin{bmatrix} k_{ij11} & k_{ij12} & k_{ij13} & k_{ij14} \\ k_{ij21} & k_{ij22} & k_{ij23} & k_{ij24} \\ k_{ij31} & k_{ij32} & k_{ij33} & k_{ij34} \\ k_{ij41} & k_{ij42} & k_{ij43} & k_{ij44} \end{bmatrix}$$

Una volta ottenuti i valori ottimi di media (Z_1^*), asimmetria (Z_3^*) e curtosi (Z_4^*), questi vengono inseriti nella funzione di minimizzazione del problema a obiettivo multiplo. Per quanto riguarda il trade-off tra i tre diversi obiettivi, i coefficienti k vengono posti pari a uno, in modo da tenere conto allo stesso modo di media, asimmetria e curtosi

nella determinazione dell'ottimo finale. La scelta deriva dall'esigenza di utilizzare regole di determinazione uniformi per tutti i dieci portafogli costruiti, al fine di garantirne la comparabilità, senza prescindere dalla considerazione di tutti i momenti della distribuzione. Il portafoglio a obiettivo multiplo viene così calcolato come:

$$\min_w (1 + d_1) + (1 + d_2) + (1 + d_3)$$

$$s.v. d_1, d_2, d_3 \geq 0$$

$$w' \Sigma w \leq 0,0006$$

$$0,1 \leq w \leq 0,5$$

$$w' \iota = 1$$

In questo modo vengono individuati i pesi ottimi w^* per calcolare i dieci portafogli, utilizzando non più i dati *unsmoothed* ma le serie storiche osservabili.

3.5 Risultati

Nella tabella 3.8 sono presentati i pesi dei portafogli ottimi individuati e i relativi momenti della distribuzione. Per confrontare i risultati ottenuti, nell'ultima riga viene mostrato un portafoglio investito solamente in azioni, obbligazioni e commodities, ottenuto in ottimizzazione media-varianza; per la costruzione, si è proceduto alla massimizzazione del rendimento, sotto un vincolo massimo di varianza. Per garantire la compatibilità, la soglia massima è identica a quella utilizzata per gli altri portafogli, pari a una deviazione standard annua dell'8,5%; sono stati inoltre mantenuti i vincoli di *full investment* e di *no short-selling*; in questo modo è possibile verificare anche

Portafogli	Peso hedge fund	Peso azioni	Peso bond	Peso Commodities	Minimo	Massimo	Media (annualizzata)	Deviazione standard (annualizzata)	Asimmetria (mensile)	Curtosi (mensile)
Long/Short equity	0,50	0,12	0,28	0,10	-10,29%	7,82%	6,47%	7,72%	-0,8115	6,4745
Emerging Markets	0,11	0,32	0,47	0,10	-12,88%	7,46%	5,63%	8,11%	-1,1093	7,4741
Global Macro	0,50	0,30	0,10	0,10	-12,18%	7,50%	7,61%	8,36%	-0,9444	7,2642
Managed Futures	0,10	0,32	0,48	0,10	-10,92%	6,82%	5,36%	7,49%	-0,8801	6,2160
Convertible Arbitrage	0,28	0,31	0,31	0,10	-14,12%	7,65%	5,74%	7,68%	-1,5513	11,1151
Equity Market Neutral	0,10	0,40	0,40	0,10	-12,89%	7,62%	5,58%	8,45%	-1,0654	6,9593
Event Driven	0,50	0,21	0,19	0,10	-13,47%	6,70%	6,12%	7,62%	-1,7889	10,9007
Distressed Securities	0,50	0,21	0,19	0,10	-11,78%	6,67%	6,55%	7,37%	-1,7320	10,2259
Fixed Income Arbitrage	0,13	0,40	0,37	0,10	-14,42%	7,71%	5,66%	8,38%	-1,2762	8,7380
Multi-Strategy	0,48	0,32	0,10	0,10	-13,35%	7,43%	6,36%	7,88%	-1,4990	9,6562
Bond/equity/commodities Portfolio	0,00	0,40	0,50	0,10	-13,07%	7,61%	5,65%	8,41%	-1,0101	6,9673

Tabella 3.8 Statistiche descrittive dei portafogli ottimi MVSK (04/1994-06/2020).

l'utilità dell'inserimento delle diverse strategie in un portafoglio già diversificato su più titoli. Osservando la composizione dei portafogli, si può notare che in quattro casi su dieci il titolo rappresentativo degli hedge fund viene selezionato con il peso massimo, pari al 50%. Anche lo stile *Multi-Strategy* ha la componente dominante del proprio portafoglio con il 48%. Per questi cinque stili di gestione si può comunque notare una buona diversificazione con le asset class tradizionali: solamente per l'indice Global Macro, nel relativo portafoglio il titolo rappresentativo delle obbligazioni è selezionato con il peso minimo. Al contrario, in tutti i dieci portafogli l'indice relativo alle commodities viene selezionato con il peso minimo: questo è dovuto principalmente alla modesta combinazione rischio-rendimento dell'indice S&P GSCI. Inoltre, le commodities hanno subito un impatto più forte delle altre asset class a causa dei recenti avvenimenti legati alla pandemia: nel solo mese di marzo 2020, l'indice ha conseguito un rendimento negativo di -34,85% mai registrato prima, seguito ancora da un -10,17% nel mese successivo. Deve comunque essere considerato che i risultati dell'ottimizzazione ottenuti dipendono anche dal vincolo di varianza scelto: portafogli con un vincolo meno stringente potrebbero portare a selezionare bond con il 10%, così come portafogli più prudenti vedrebbero gradualmente aumentare la percentuale investita in obbligazioni. Allo stesso modo, ponderando in modo differente le preferenze in termini di obiettivi di ottimizzazione, si dovrebbe ottenere un asset allocation diversa: incrementando il coefficiente legato all'obiettivo di minimizzazione della curtosi, si potrebbero osservare portafogli meno investiti in hedge fund, mentre cercando di massimizzare l'asimmetria più degli altri obiettivi si potrebbero ottenere portafogli più investiti nel *Bloomberg Barclays Global Aggregate*. Gli indici *Emerging Markets*, *Managed Futures*, *Equity Market Neutral* e *Fixed Income Arbitrage* sono invece poco considerati in fase di ottimizzazione, con quote rispettivamente dell'11%, 10%, 10% e 13%. Nel caso del secondo e terzo stile di gestione, è interessante notare come le strategie che più hanno mostrato capacità di decorrelarsi dai mercati sono selezionate in percentuale minore delle altre, in favore di una maggior componente azionaria. Questo aspetto non può essere ricondotto alle proprietà anomale della distribuzione, dato che dalle analisi preliminari si osservano caratteristiche completamente differenti: mentre l'indice *Managed Futures* è l'unico ad accettare l'ipotesi di normalità, l'indice *Equity Market Neutral* è quello tra tutte le strategie a mostrare la distribuzione più lontana da quella gaussiana. Sembra più opportuno ipotizzare che le strategie sono state selezionate in minor percentuale per la

performance media contenuta: con una media campionaria annualizzata del 4,68% e 4,20%, sono i due stili che hanno ottenuto rendimenti medi minori, ben al di sotto dell'indice MSCI. Questo aspetto porta anche a ipotizzare che gli hedge fund sarebbero, in ottica di ottimizzazione di portafoglio, più utili per incrementare la performance, più che per diversificare: in tutti i casi in cui le strategie sono state selezionate con il peso massimo, i corrispettivi portafogli, a parità di deviazione standard massima consentita, ottengono un rendimento superiore al portafoglio non contenente hedge fund. Deve comunque essere notato che, nonostante l'ottimizzazione MVSK, i portafogli individuati evidenziano ancora sia asimmetria negativa che leptocurtosi, nonostante i valori stimati indichino un chiaro miglioramento delle distribuzioni. I portafogli evidenziano anche una variabilità più contenuta rispetto alle singole strategie, con una forbice tra minimo e massimo che in media si è ridotta da più del 23% al 19%. Dopo queste osservazioni iniziali, è opportuno valutare più approfonditamente la performance dei portafogli ottimi attraverso le misure *risk-adjusted*, l'alfa di Jensen ottenuto con il modello CAPM e il modello a fattori di rischio, oltre all'analisi ex-post dei montanti investiti nei portafogli e i relativi *maximum drawdown*.

3.5.1 La stima della performance *risk-adjusted*

Nella tabella 3.9 viene mostrata la stima della performance *risk-adjusted*, calcolata in tre diversi modi: nella prima colonna, viene presentato l'indice di Sharpe nella versione standard, utilizzando cioè nel calcolo le serie storiche a disposizione. Nella seconda colonna, lo Sharpe ratio viene stimato utilizzando le serie *unsmoothed*, così da tenere conto del grado di autocorrelazione degli indici di hedge fund. Infine, nella terza colonna lo Sharpe ratio viene stimato utilizzando l'annualizzazione di Lo; in questo caso, per tenere conto dell'autocorrelazione si è proceduto a stimare nuovamente il coefficiente di autocorrelazione del primo ordine, analogamente a quanto effettuato nel paragrafo 3.2, stimando un processo AR(1) direttamente sulle serie dei portafogli. I coefficienti stimati con il metodo dei minimi quadrati sono indicati in parentesi sotto il corrispettivo indice; quelli che, scegliendo un livello di significatività del 5%, non risultano significativamente diversi da zero non sono riportati. Come specificato in apertura di capitolo, il tasso *risk-free* è identificato tramite l'indice FTSE 1-month T-Bill, che nel periodo considerato mostra un rendimento medio del 2,24% annuo. Osservando lo Sharpe ratio *unadjusted*, si può notare che tutte le strategie, tranne per lo stile *Equity Market Neutral* e *Fixed Income Arbitrage*, contribuiscono a migliorare

Sharpe ratio	Sr unadjusted	Sr unsmoothed	Sr Lo
Credit Suisse Long/Short Equity	0,55	0,50	0,49 (0,13)
Credit Suisse Emerging Markets	0,42	0,40	0,42 (---)
Credit Suisse Global Macro	0,64	0,64	0,64 (---)
Credit Suisse Managed Futures	0,42	0,41	0,42 (---)
Credit Suisse Convertible Arbitrage	0,46	0,42	0,39 (0,20)
Credit Suisse Equity Market Neutral	0,40	0,39	0,36 (0,12)
Credit Suisse Event Driven	0,51	0,45	0,43 (0,20)
Credit Suisse Distressed Securities	0,59	0,50	0,49 (0,22)
Credit Suisse Fixed Income Arbitrage	0,41	0,30	0,37 (0,12)
Credit Suisse Multi-Strategy	0,52	0,48	0,44 (0,21)
Bond/equity/commodities Portfolio	0,41	0,41	0,41 (---)

Tabella 3.9 Stima delle misure di performance *risk-adjusted* (04/1994-06/2020).

la performance aggiustata per il rischio, se si confrontano i portafogli contenenti hedge fund con quello che non inserisce l'asset class. I portafogli che hanno conseguito risultati migliori sono quelli costruiti con le strategie *Long/Short Equity*, *Global Macro* e *Distressed Securities*, non a caso quelli a registrare nel periodo considerato i rendimenti medi più elevati; questo è un ulteriore segnale che potrebbe confermare l'ipotesi sull'utilità degli hedge fund a contribuire ad incrementare la performance di portafoglio più che a diversificare. Infatti, gli indici di Sharpe dei portafogli relativi agli stili *Managed Futures* e *Equity Market Neutral* si rivelano tra i più bassi. Questi risultati devono comunque essere contestualizzati nel periodo preso in considerazione: le lunghe fasi di *bull market* che hanno caratterizzato gli anni oggetto dell'analisi hanno sicuramente favorito le strategie direzionali come lo stile *Long-Short Equity*, i cui gestori tipicamente assumono una posizione complessiva *net-long*, e *Global Macro*, che hanno potuto sfruttare le tendenze dei mercati. Non si può escludere quindi che, in caso si ripetesse l'analisi in periodi storici caratterizzati da fasi di *congestion market*, le strategie di arbitraggio o comunque non direzionali potrebbero evidenziare le

performance *risk-adjusted* più elevate. Data la presenza di autocorrelazione, è utile calcolare lo Sharpe Ratio utilizzando le serie *unsmoothed*, così da tenere conto delle possibili sovrastime. Nella seconda colonna è possibile osservare che in diversi casi la variazione è significativa: il portafoglio *Fixed Income Arbitrage*, che cala di 0,11, e il portafoglio *Distressed Secuirites*, il cui indice diminuisce di 0,09, sono quelli che subiscono il ridimensionamento maggiore. Al contrario, il portafoglio che inserisce lo stile *Global Macro*, che non evidenzia autocorrelazione nei rendimenti, si conferma il più efficiente nel rapporto rischio-rendimento. Questo può essere quindi un segnale che i gestori, i media, sono riusciti a prevedere efficacemente le dinamiche macroeconomiche degli ultimi anni e a sfruttarle adeguatamente, ed inserendo lo stile in portafoglio si sono potuti ottenere i maggiori benefici. Tenendo invece conto della vischiosità dei rendimenti tramite l'annualizzazione di Lo, si può osservare che, per alcune strategie, l'inserimento degli hedge fund in portafogli tradizionali porta ad attenuare il fenomeno dell'autocorrelazione: è il caso dello stile *Fixed Income Arbitrage*, il cui indice di Sharpe nella versione di Lo aumenta rispetto a quello calcolato precedentemente, e allo stile *Emerging Markets*, il cui portafoglio non mostra autocorrelazione nei rendimenti. I portafogli *Event Driven*, *Long/Short Equity*, *Distressed Securities* e *Convertible Arbitrage* non evidenziano invece sostanziali differenze nei due Sharpe ratio, mentre quelli contenenti i fondi *Equity Market Neutral* e *Multi-Strategy* mostrano un aumento dell'autocorrelazione.

3.5.2 La stima dell'alfa del modello 3-lag CAPM

Nella tabella 3.10 sono mostrati i risultati della stima del modello CAPM a 3 lag di Asness et al. (2001) effettuata sui portafogli di hedge fund, relativamente al periodo luglio 1994-giugno 2020. Le stime sono ottenute con il metodo dei minimi quadrati, robuste a eteroschedasticità e autocorrelazione. Con ***,**,* si indicano valori significativamente diversi da zero considerando un livello di significatività in ordine dell'1%,5% e 10%. Analogamente alla stima degli Sharpe ratio, viene utilizzato per il calcolo degli extra-rendimenti di mercato e dei portafogli l'indice FTSE *1-month T-Bill*. Come è possibile osservare dall'indice R-quadro corretto, che tiene conto della distorsione dovuta all'inserimento di ulteriori regressori rispetto al modello lineare, il modello CAPM a 3 lag mostra una capacità d'adattamento molto buona ai portafogli: mediamente, i regressori sono in grado di spiegare il 64% della varianza degli extra-rendimenti. I portafogli che evidenziano un R-quadro *adjusted* maggiore sono quelli

3-lag CAPM	alfa di Jensen (annualizzato)	beta0	beta1	beta2	beta3	somma beta	R-quadro adjusted
Credit Suisse Long/Short Equity	0,0204**	0,3858***	0,0246	0,0290	0,0050	0,4444	0,57
Credit Suisse Emerging Markets	0,0118	0,4365***	0,0079	-0,0053	0,0010	0,4401	0,65
Credit Suisse Global Macro	0,0300***	0,4216***	0,0144	0,0378*	-0,0025	0,4713	0,57
Credit Suisse Managed Futures	0,0120	0,3807***	-0,0091	-0,0092	0,0045	0,3669	0,58
Credit Suisse Convertible Arbitrage	0,0120	0,4120***	0,0336*	0,0074	0,0022	0,4508	0,65
Credit Suisse Equity Market Neutral	0,0072	0,4733***	0,0159	0,0005	0,0012	0,4909	0,70
Credit Suisse Event Driven	0,0140	0,4054***	0,0644***	0,0252	0,0021	0,4972	0,66
Credit Suisse Distressed Securities	0,0180**	0,3914***	0,0656***	0,0329**	0,0104	0,5003	0,67
Credit Suisse Fixed Income Arbitrage	0,0084	0,4700***	0,0166	0,0033	0,0041	0,4940	0,70
Credit Suisse Multi-Strategy	0,0144*	0,4312***	0,0553***	0,0256	0,0061	0,5182	0,69

Tabella 3.10 Stima del modello CAPM a 3 lag (07/1994-06/2020).

relativi alle strategie *Fixed Income Arbitrage* e *Equity Market Neutral*; deve comunque essere considerato che sono tra i portafogli maggiormente investiti nell'indice azionario, aspetto che sicuramente aiuta a incrementare l'adattamento delle variabili esplicative ai dati. Per quanto riguarda la stima della componente di rischio sistematico, dalla significatività dei coefficienti beta si può notare che probabilmente un modello CAPM a due lag sarebbe stato in grado di adattarsi altrettanto bene ai dati, dato che il coefficiente β_3 , rappresentativo degli extra-rendimenti di mercato al tempo $t-3$, non risulta per nessun portafoglio significativamente diverso da zero. In realtà, solo due casi anche il coefficiente β_2 risulta significativo, e per sei portafogli su dieci il modello CAPM nella versione tradizionale avrebbe potuto comunque mostrare un buon adattamento ai dati. Osservando l'esposizione dei portafogli al rischio sistematico, rappresentata dalla somma dei coefficienti beta, si nota un aumento significativo rispetto alla stima del solo coefficiente β_0 : la differenza è in media di 0,046 su base mensile; in accordo con quanto verificato da Asness et al. (2001), la variazione più significativa si evidenzia per lo stile *Event Driven*, con un aumento di 0,09. L'unico portafoglio nel quale si evidenzia una riduzione della stima del beta complessivo è quello relativo allo stile *Managed Futures*, anche se bisogna considerare la scarsa significatività dei coefficienti beta corrispondenti ai tre lag temporali. I portafogli mostrano un'esposizione al rischio sistematico in media di 0,47, con una dispersione contenuta nelle stime: il beta più basso si osserva per il portafoglio *Managed Futures*, mentre quello più alto per il portafoglio *Multi-Strategy*. È interessante notare come, ancora, le strategie di tipo trend following si rivelano in grado di ridurre più delle altre l'esposizione verso il mercato azionario. Osservando gli alfa di Jensen, si possono osservare risultati in linea con quanto visto nel precedente sotto paragrafo: il portafoglio contenente i fondi *Global Macro*, con un alfa stimato del 3% su base annua,

è quello che ottiene la migliore extra-performance rispetto al mercato. Seguono i portafogli *Long/Short Equity* e *Distressed Securities*, rispettivamente con un alfa del 2,04% e 1,8%. L'unico altro portafoglio ad ottenere una extra-performance significativa è quello relativo alla strategia *Multi-Strategy*, con un alfa pari all'1,44%. Anche in questo caso, la peggior extra-performance, per altro non significativa, è registrata dai portafogli *Fixed Income Arbitrage*, *Managed Futures* e *Emerging Markets*, oltre al portafoglio *Equity Market Neutral*, che evidenzia l' alfa annualizzato più basso, pari allo 0,7%.

3.5.3 La stima dell'alfa del modello 7+1 risk factor

Modello 7+1 risk factor	alfa di Jensen	bond TF	Currency TF	Commodity TF	Equity mkt	Size spread	Bond mkt	Credit spread	Emerging mkt	R-quadro adjusted
Credit Suisse Long/Short Equity	0,0006	-0,0016	-0,0048	0,0018	0,1916***	0,0238	0,9122	-0,5918	0,2035***	0,82
Credit Suisse Emerging Markets	-0,0001	0,0031	-0,0075*	0,0050	0,2193***	-0,0150	0,6517	-0,0153	0,2476***	0,85
Credit Suisse Global Macro	0,0009	-0,0003	-0,0025	0,0033	0,2458***	-0,0087	1,4912	-1,1554	0,1958***	0,80
Credit Suisse Managed Futures	-0,0023	0,0071	-0,0042	0,0079	0,2375***	-0,0327	1,0710	0,4971	0,2141***	0,81
Credit Suisse Convertible Arbitrage	-0,0002	0,0016	-0,0117***	0,0017	0,2317***	-0,0108	0,4794	0,1173	0,2251***	0,85
Credit Suisse Equity Market Neutral	0,0018	-0,0017	-0,0052	0,0081	0,2943***	-0,0056	0,5309	-0,9728	0,2210***	0,86
Credit Suisse Event Driven	0,0007	-0,0111**	-0,0066	-0,0001	0,2427***	0,0515	1,6095*	-1,6050	0,1746***	0,82
Credit Suisse Distressed Securities	0,0035	-0,0118**	-0,0064	0,0001	0,2155***	0,0314	1,1950	-2,3341**	0,1704***	0,83
Credit Suisse Fixed Income Arbitrage	0,0006	0,0015	-0,0095**	-0,0058	0,2869***	-0,0121	0,5547	-0,3055	0,2264***	0,88
Credit Suisse Multi-Strategy	0,0046	-0,0064	-0,0059	0,0003	0,2680***	0,0124	0,3998	-1,7465	0,2028***	0,87

Tabella 3.11 Stima del modello 7+1 risk factor (03/2004-06/2020).

La tabella 3.11 mostra i risultati delle stime del modello 7+1 risk factor di Fung e Hsieh (2004) effettuata sui portafogli MVSK, ottenute analogamente al sotto paragrafo precedente con OLS e robuste a eteroschedasticità e autocorrelazione; in questo caso, data la diversa disponibilità di dati, i risultati fanno riferimento al periodo marzo 2004-giugno 2020. Anche il modello a fattori di rischio mostra una capacità d'adattamento ai dati molto elevata: mediamente, le variabili esplicative sono in grado di spiegare l'83,5% della varianza dei portafogli. Tuttavia, a differenza del modello CAPM, in questo caso non si ottengono alfa significativamente diversi da zero. Osservando l'esposizione ai fattori di rischio, si evidenzia una significatività persistente dei coefficienti solamente per pochi regressori: come ci si poteva aspettare, risultano significativi per tutti i portafogli i coefficienti relativi al mercato azionario, dato che, anche se in diversa parte, tutti sono investiti direttamente nel mercato azionario. Da notare anche che tutti gli investimenti mostrano un'esposizione significativa verso il fattore di rischio relativo al settore *emerging market*; questo potrebbe essere un segno della tendenza generale del settore a ricercare opportunità di profitto in mercati meno efficienti, anche se, avendo utilizzato come *proxy* per il mercato azionario l'indice

MSCI ACWI, questo potrebbe riflettere, almeno in una parte, l'investimento in mercati emergenti. I portafogli *Event Driven* e *Distressed Securities* mostrano inoltre una relazione significativa con strategie di *lookback straddle* legate a titoli obbligazionari. Osservando l'esposizione ai fattori di rischio di tipo *trend-following*, i portafogli *Emerging Markets*, *Convertible Arbitrage* e *Fixed Income Arbitrage* sembrano essere legati a rischi relativi a strategie su valute, mentre in nessun caso i portafogli risultano significativamente collegati a strategie legate a commodities. Anche per fattore di rischio *size spread*, nessun portafoglio sembra esservi esposto, nemmeno il portafoglio *Long/Short*, al contrario di quanto osservato in letteratura. Nonostante tutti i portafogli, per i vincoli imposti in fase di costruzione, siano investiti in titoli obbligazionari, solamente quello relativo allo stile *Event Driven* evidenzia un'esposizione significativa al fattore di rischio *bond market*. Infine, in accordo con la teoria, l'unico portafoglio che mostra un'esposizione significativa al *credit spread*, ovvero quello relativo allo stile *Distressed Securities*, evidenzia un coefficiente di segno negativo, comportando quindi una riduzione della performance all'aumentare del differenziale. Nonostante dal punto di vista statistico il modello a fattori di rischio mostri un potere esplicativo più elevato rispetto al modello CAPM a 3 lag, si rileva l'incapacità di cogliere l'extra-performance dei portafogli rispetto ai fattori di rischio: l'alfa dovrebbe essere in grado di riflettere la performance *risk-adjusted* dei portafogli, relazione colta efficacemente dal modello di Asness, Krail e Liew e non da quello di Fung e Hsieh. Si possono avanzare alcune ipotesi su questo punto. Un primo motivo può essere legato al fatto che, applicando il modello lineare a portafogli che contengono più asset class e non solamente a hedge fund, questo riesca a cogliere in larga misura solamente alcuni fattori di rischio preponderanti e non gli altri: nel caso in questione, il modello rileva in modo prevalente l'esposizione al rischio relativo al settore equity, dato che tutti i portafogli sono investiti in azioni, e potrebbe non rilevare le altre fonti di rischio. Tuttavia, anche ristimando il modello sulle serie degli indici di hedge fund, si ottengono risultati in linea con quanto mostrato nella tabella 3.11. Questo porta quindi a ipotizzare che, alla luce delle caratteristiche evidenziate nei capitoli precedenti, il motivo sia da ricercarsi nei limitati vincoli regolamentari a cui è sottoposto il settore. Questo può riflettersi su due diversi aspetti: da un lato, l'utilizzo di un solo database, in questo caso anche se indirettamente su quello di Credit Suisse, potrebbe aver portato a risultati differenti rispetto a quelli di Fung e Hsieh; per verificare questa ipotesi, avendo accesso a più banche dati si potrebbero unificare diversi database come visto nel capitolo precedente

e ripetere la stima del modello su un campione più grande. Un aspetto altrettanto importante che deve essere considerato è che la mancanza di vincoli d'investimento comporta anche un continuo mutamento del settore: le fonti di rischio ai quali i gestori si espongono potrebbe mutare anche molto rapidamente, al cambiare delle opportunità presentate dal mercato. Se si confronta l'orizzonte temporale questa analisi con quella di Fung e Hsieh, i periodi considerati sono considerevolmente differenti: marzo 2004-giugno 2020 e gennaio 1994-dicembre 2002. In questo senso, un'analisi svolta su periodi temporali precedenti potrebbe non essere più indicativa degli attuali fattori di rischio: potrebbe quindi essere necessario periodicamente verificare la significatività dell'esposizione ai fattori di rischio ed eventualmente individuarne di più adatti. Si può comunque concludere che, ai fini di questa analisi, il modello CAPM a 3 lag riesce a cogliere più efficacemente il contributo delle singole strategie di hedge fund in termini di extra-performance, una volta inserite in portafogli già diversificati in altre asset class.

3.5.4 Analisi dei portafogli ex-post

In questa ultima sezione viene effettuata un'analisi ex-post sui portafogli individuati; nonostante non garantisca la stessa significatività statistica delle altre misure di performance, è utile a verificare l'efficienza di ipotetici investimenti nei portafogli costruiti nell'intervallo di tempo considerato. Le figure da 3.8 a 3.17 mostrano l'evoluzione del montante nel periodo aprile 1994-giugno 2020, partendo da un capitale iniziale di 100 dollari investito in ciascuno dei dieci portafogli contenenti strategie di

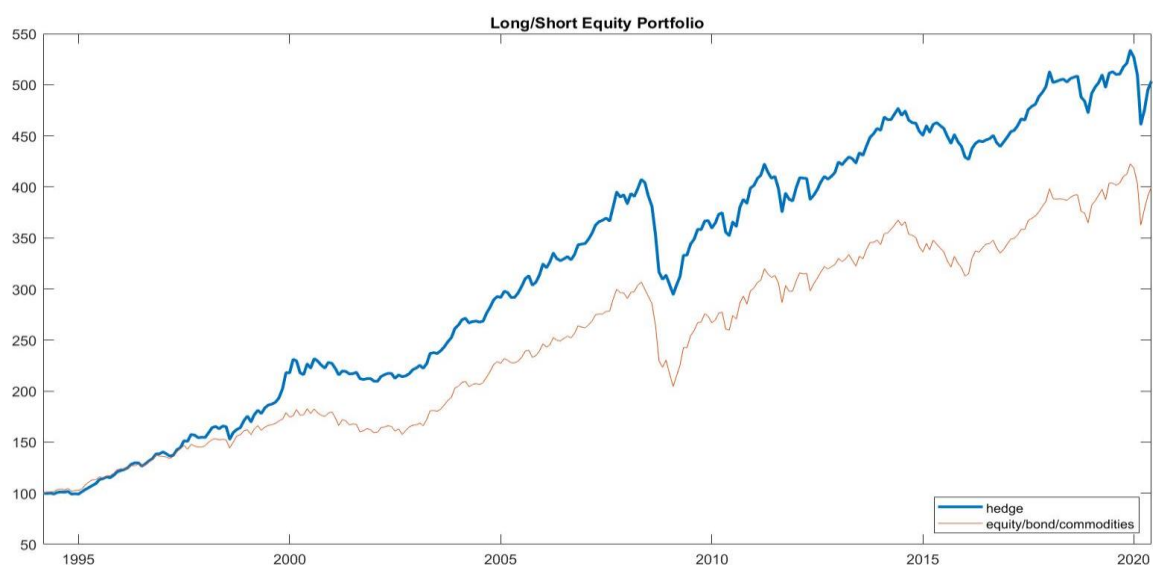


Figura 3.8 Evoluzione del montante investito nel portafoglio *Long/Short Equity* (04/1994-06/2020).

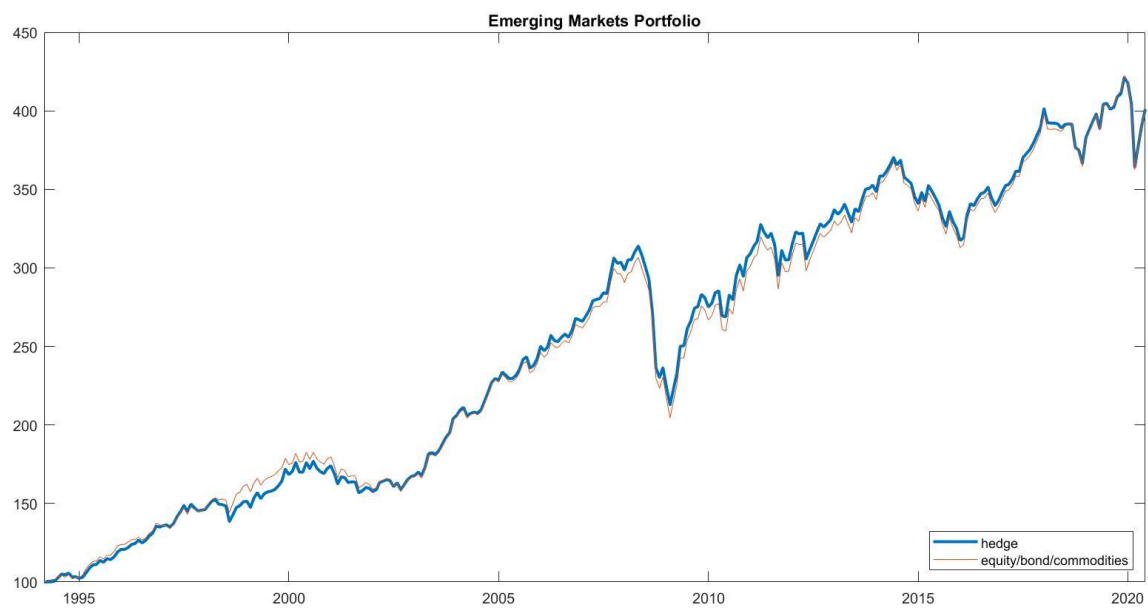


Figura 3.9 Evoluzione del montante investito nel portafoglio *Emerging Markets* (04/1994-06/2020).

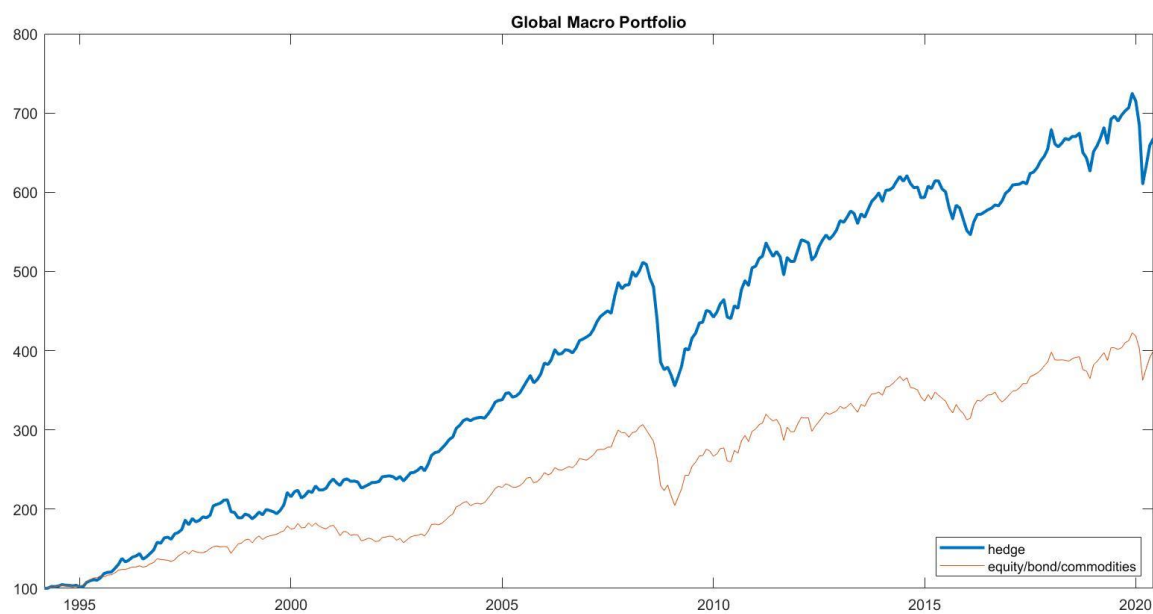


Figura 3.10 Evoluzione del montante investito nel portafoglio *Global Macro* (04/1994-06/2020).

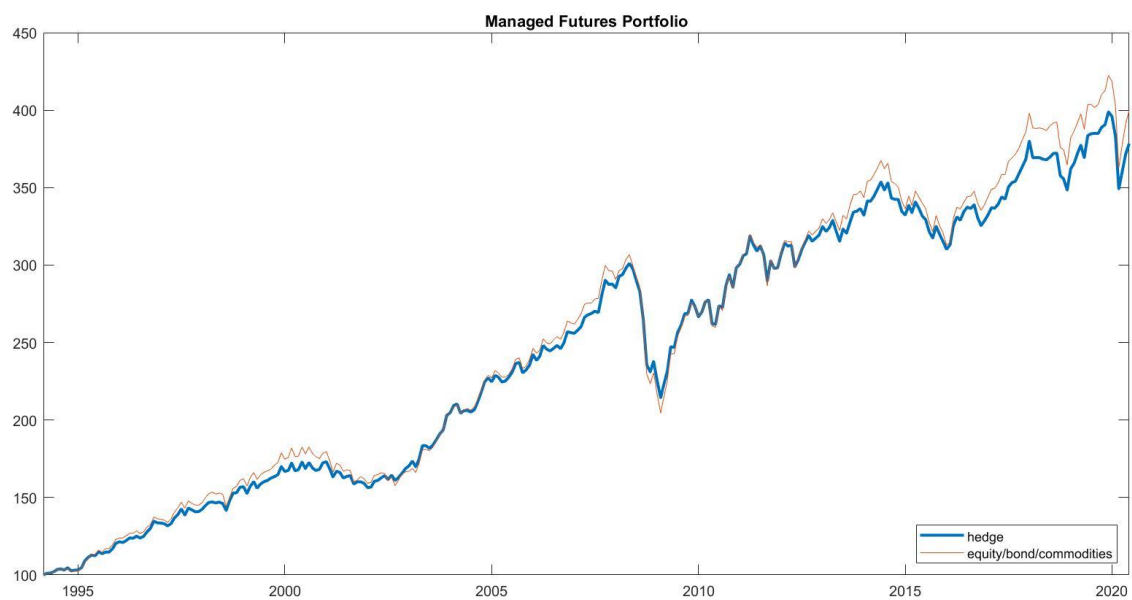


Figura 3.11 Evoluzione del montante investito nel portafoglio *Managed Futures* (04/1994-06/2020).

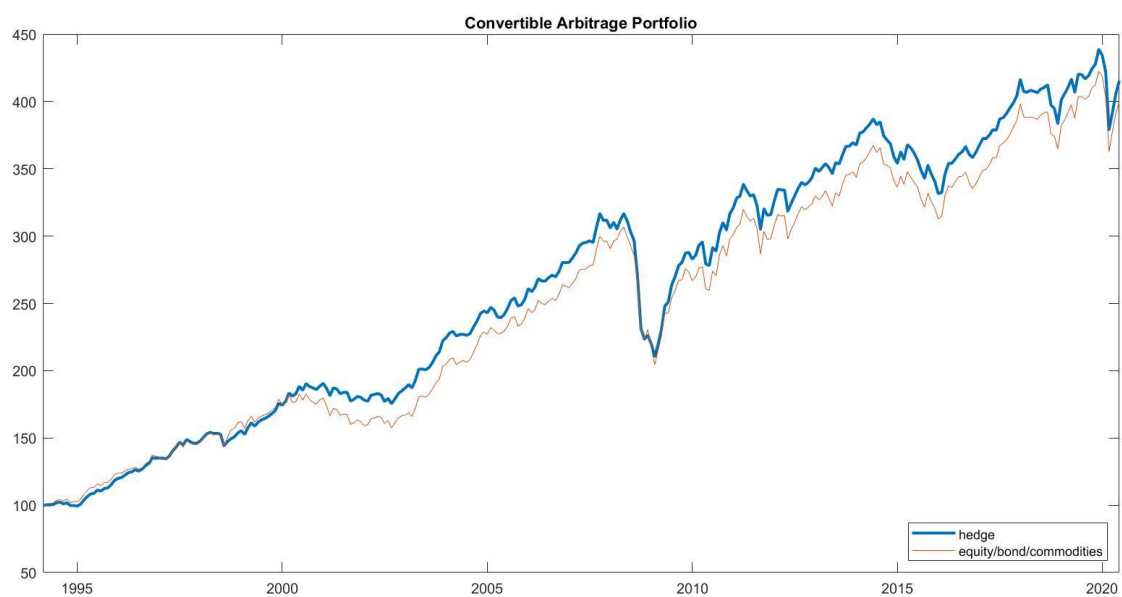


Figura 3.12 Evoluzione del montante investito nel portafoglio *Convertible Arbitrage* (04/1994-06/2020).

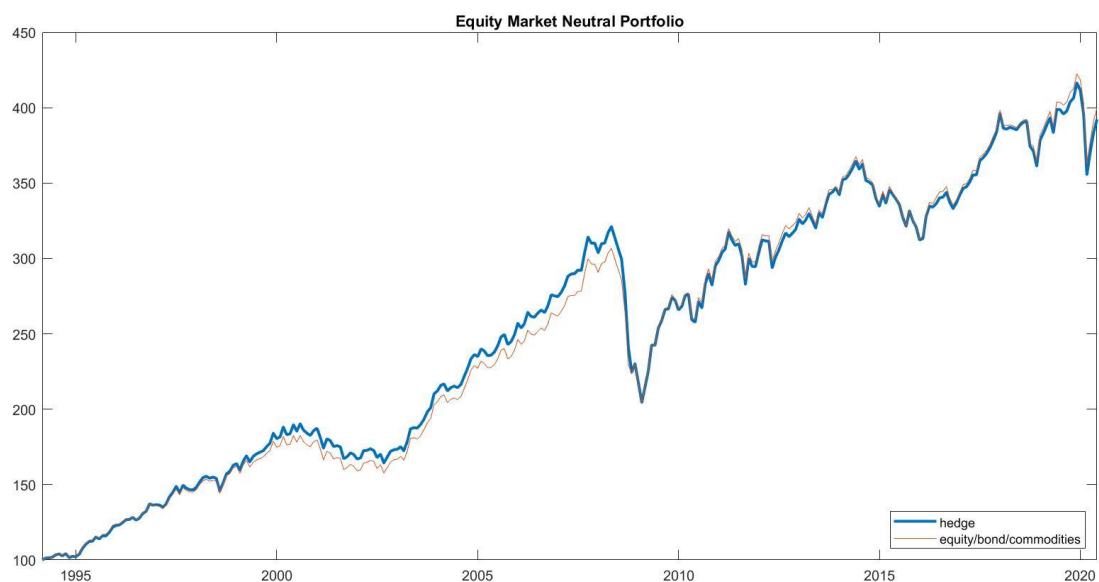


Figura 3.13 Evoluzione del montante investito nel portafoglio *Equity Market Neutral* (04/1994-06/2020).

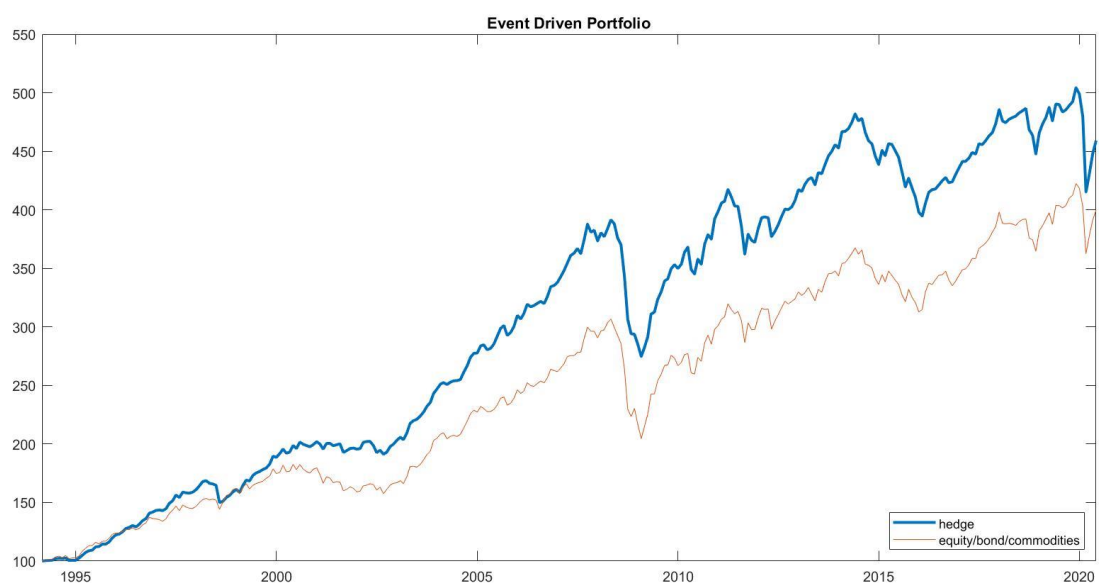


Figura 3.14 Evoluzione del montante investito nel portafoglio *Event Driven* (04/1994-06/2020).

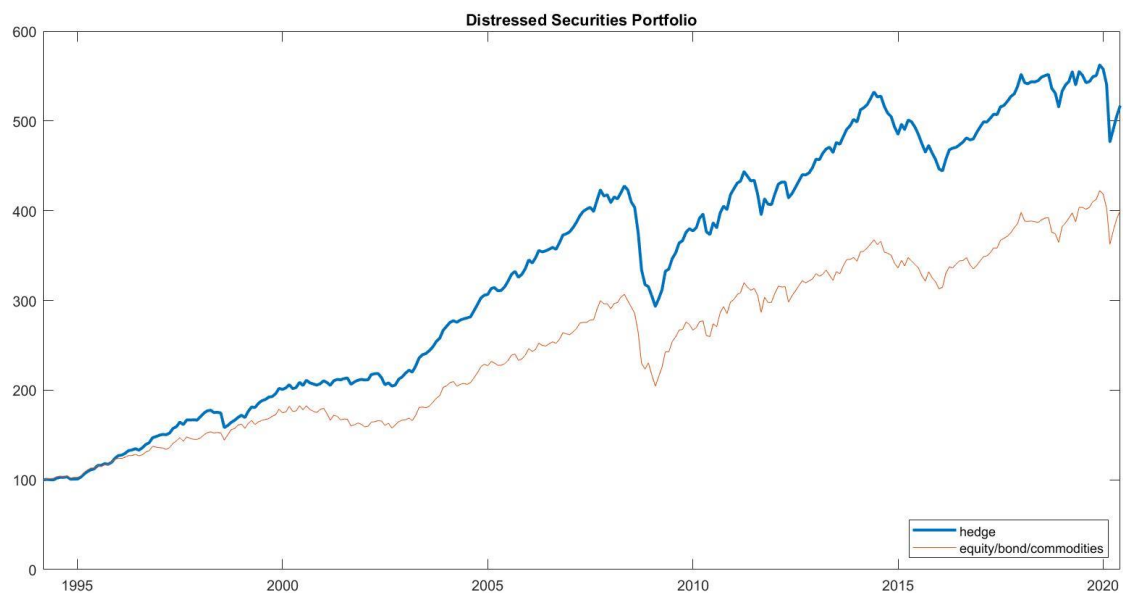


Figura 3.15 Evoluzione del montante investito nel portafoglio *Distressed Securities* (04/1994-06/2020).

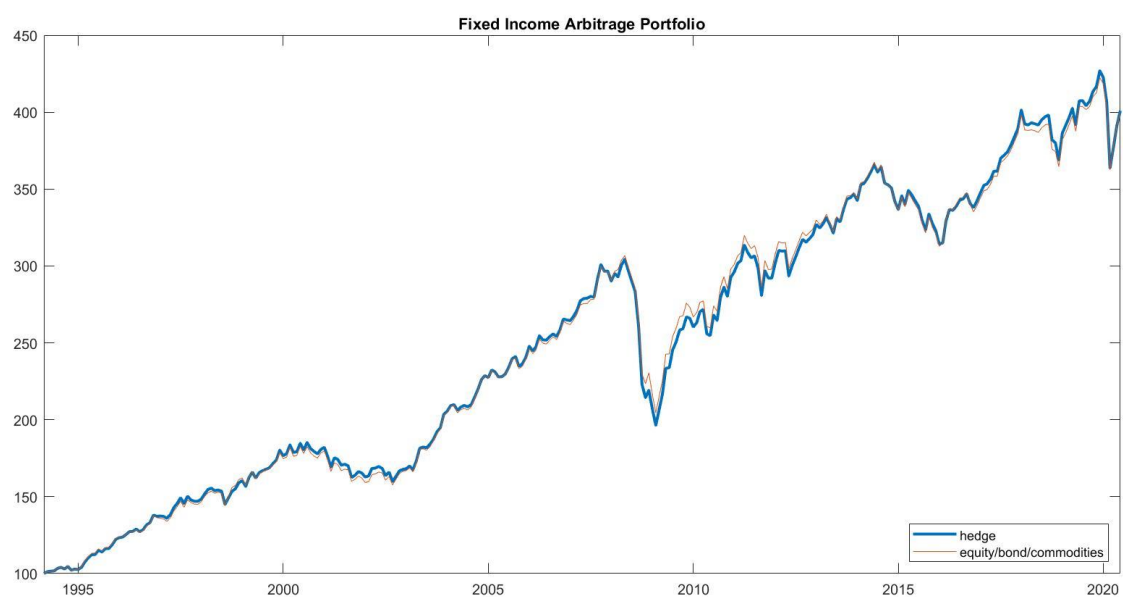


Figura 3.16 Evoluzione del montante investito nel portafoglio *Fixed Income Arbitrage* (04/1994-06/2020).

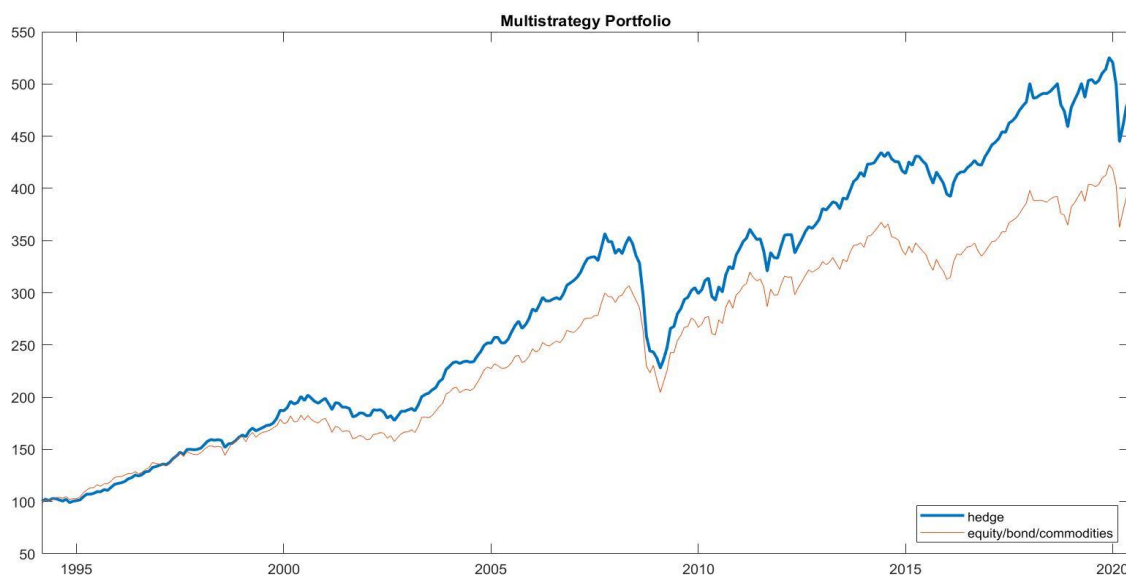


Figura 3.17 Evoluzione del montante investito nel portafoglio *Multi-Strategy* (04/1994-06/2020).

hedge fund. Per favorire la comparabilità, in ogni figura viene rappresentata anche l'evoluzione di un investimento iniziale dello stesso ammontare allocato nel portafoglio ottimo in media-varianza composto da azioni, obbligazioni e commodities. Infine, nella tabella 3.12 sono riportati i *maximum drawdown* degli investimenti appena descritti e i relativi Calmar ratio.

Analisi di portafoglio ex-post	Maximum drawdown	Calmar ratio
Long/Short Equity	-27,63%	0,020
Emerging Markets	-32,19%	0,015
Global Macro	-30,48%	0,021
Managed Futures	-28,79%	0,016
Convertible Arbitrage	-33,49%	0,014
Equity Market Neutral	-36,32%	0,013
Event Driven	-29,84%	0,017
Distressed Securities	-31,39%	0,017
Fixed Income Arbitrage	-35,49%	0,013
Multi-Strategy	-36,05%	0,015
Bond/equity/commodities	-33,34%	0,014

Tabella 3.12 *Maximum drawdown* e Calmar ratio dei portafogli (04/1994-06/2020).

Osservando i percorsi di montante, i portafogli possono essere divisi in due categorie: quelli relativi alle strategie *Long/Short Equity*, *Global Macro*, *Event Driven*, *Distressed Securities* e *Multi-Strategy* avrebbero portato ad ottenere un capitale finale ben superiore a quello conseguibile investendo il capitale nel portafoglio di asset class tradizionali. Al contrario, l'inserimento delle strategie *Emerging Markets*, *Equity*

Market Neutral, *Convertible Arbitrage* e *Fixed Income Arbitrage* non avrebbe portato a conseguire un montante a scadenza significativamente diverso dal portafoglio di azioni, obbligazioni e commodities. Infine, nel caso dello stile *Managed Futures*, il portafoglio avrebbe addirittura creato meno valore per l'investitore del portafoglio bond-equity. A confermare quanto già osservato nei paragrafi precedentemente, il portafoglio che garantisce il montante più alto è quello relativo allo stile *Global Macro*, seguito dai portafogli *Distressed Securities* e *Long/Short Equity*. Analizzando i risultati relativi ai *maximum drawdown*, si può osservare un generale miglioramento di questa statistica se si confrontano i portafogli di hedge fund con quello che non li inserisce, che evidenzia un crollo massimo del 30,23%. Escludendo i portafogli *Equity Market Neutral*, *Fixed Income Arbitrage* e *Multi-strategy*, si conferma la capacità degli hedge fund di contenere i *maximum drawdown* di portafoglio. La strategia che garantisce il crollo più contenuto in questo caso è lo stile *Long/Short Equity*, con un *maximum drawdown* del 27%, seguito dal portafoglio *Managed Futures* il cui massimo *drawdown* è pari al 28% circa. Utilizzando come misura di performance il Calmar ratio, che rapporta il rendimento medio di portafoglio al massimo *drawdown*, si osserva ancora che il miglior portafoglio è quello contenente lo stile *Global Macro*, con un valore stimato di 0,21, ben al di sopra dell'indice di Calmar del portafoglio non contenente hedge fund. In generale, si rileva per questa statistica la capacità degli hedge fund di migliorare il portafoglio di azioni, bond e commodities; gli unici a registrare valori peggiori sono i portafogli *Equity Market Neutral* e *Fixed Income Arbitrage*. Per concludere, anche dall'analisi ex-post si ottengono risultati analoghi a quanto verificato attraverso le misure *risk-adjusted* e i modelli lineari. I portafogli che ottengono migliori performance sono quelli che includono le strategie di hedge fund che conseguono rendimenti mediamente più elevati; nemmeno in questo caso, la capacità di decorrelarsi dai mercati sembra decisiva per ridurre i massimi *drawdown* o ottenere combinazioni rischio-rendimento migliori.

4. Conclusioni

I risultati dell'analisi empirica suggeriscono che le strategie che mostrano la maggior capacità di decorrelarsi dalle asset class tradizionali, anche in condizioni di stress sui mercati finanziari, sono gli stili *Managed Futures* e *Equity Market Neutral*. Tuttavia, queste strategie sono tra le meno considerate in fase di ottimizzazione, e i relativi portafogli evidenziano le statistiche più contenute. Il motivo sembra essere legato alla scarsa capacità dei gestori di conseguire performance elevate durante il periodo considerato. All'opposto, le strategie caratterizzate da rendimenti medi più alti portano alla costruzione dei portafogli più efficienti, considerando lo Sharpe ratio, l'alfa di Jensen del modello CAPM a 3 lag e il Calmar ratio. In questo senso, si può concludere che gli hedge fund sarebbero più utili in logica di ottimizzazione di portafoglio non tanto per inserire una asset class diversificata, quanto per il contributo in termini di aumento della performance complessiva. Le evidenze empiriche devono comunque essere contestualizzate nel periodo considerato nell'analisi, caratterizzato da una forte direzionalità dei mercati; questo ha sicuramente favorito le strategie che colgono profitto dalle fasi tendenziali di mercato, come gli stili *Long/Short Equity* e *Global Macro*, rispetto a strategie di arbitraggio. I risultati ottenuti devono inoltre tenere conto dei limiti legati a un'analisi di tipo quantitativo incentrata sugli hedge fund: la mancanza di vincoli regolamentari stringenti porta da un lato a dover utilizzare dati mensili, relativi a campioni che potrebbero rappresentare solamente una parte del settore, con il rischio di ottenere stime non indicative dell'intera popolazione, in aggiunta ai diversi *bias* presenti nei database disponibili. Dall'altro lato, la mancanza di vincoli di investimento porta a creare un ambiente in continuo mutamento, sia per quanto riguarda l'ingresso e l'uscita dal mercato di fondi, sia per la tipologia di operazioni e strumenti utilizzati dai gestori; in questo modo, i modelli impiegati e i risultati ottenuti in un'analisi potrebbero perdere nel tempo di significatività, come si è rilevato in questo lavoro per il modello a fattori di rischio, richiedendone così una verifica ed eventuale aggiornamento.

Bibliografia

- Agarwal V., Ruenzi S., Weigert F. (2017). *Tail Risk in Hedge Funds: A Unique View from Portfolio Holdings*. Journal of Financial Economics.
- Aragon G. (2007). *Share Restrictions and Asset Pricing: Evidence from the Hedge Fund Industry*. Journal of Financial Economics.
- Asness C., Krail R., Liew J. (2001). *Alternative Investments: Do Hedge Funds Hedge?*. Journal of Portfolio Management.
- Barth D., Joenvaara J., Kauppila M., Wermers R. (2020). *The Hedge Fund Industry Is Bigger (and has Performed Better) Than You Think*. OFR Working Paper.
- Brooks C., Kat H. M. (2001). *The Statistical Properties of Hedge Fund Index Returns and Their Implications for Investors*. Working Paper, Alternative Investments Research Centre.
- Brown S. J., Spitzer J. F. (2006). *Caught by the Tail: Tail Risk Neutrality and Hedge Fund Returns*. Working Paper, NYU Stern School of Business.
- Brown S. J., Gregoriou G., Pascalau R. (2011). *Diversification of Fund of Hedge Funds: Is it Possible to Overdiversify?*. Review of Asset Pricing Studies.
- Cao C., Rapach D. E., Zhou G. (2015). *Which Hedge Fund Styles Hedge Against Bad Times?*. Working Paper, Penn State University, Saint Louis University, Washington University in St. Louis.
- Davies R. J., Kat H. M., Lu S. (2009). *Fund of Hedge Funds Portfolio Selection: A Multiple-Objective Approach*. Journal of Derivatives & Hedge Funds.
- Feffer S., Kundro C. (2003). *Understanding and Mitigating Operational Risk in Hedge Fund Investments*. Working Paper, The Capital Market Company Ltd.
- Fung D., Hsieh D. A. (1997). *Empirical Characteristics of Dynamic Trading Strategies*. Review of Financial Studies.
- Fung D., Hsieh D. A. (2000). *Performance Characteristics of Hedge Funds and Commodity Funds: Natural versus Spurious Biases*. Working Paper, Duke University.
- Fung D., Hsieh D. A. (2001). *The Risk in Hedge Fund Strategies: Theory and Evidence from Trend Followers*. Review of Financial Studies.

- Fung D., Hsieh D. A. (2002). *The Risk in Fixed Income Hedge Fund Styles*. Journal of Fixed Income.
- Fung D., Hsieh D. A. (2003). *The Risk in Equity Long/Short Hedge Funds*. Working Paper, London Business School, Duke University.
- Fung H., Hsieh D. A. (2004). *Hedge Fund Benchmarks: A Risk Based Approach*. Financial Analysts Journal.
- Getmansky M., Lo A. W., Makarov I. (2004). *An Econometric Model of Serial Correlation and Illiquidity in Hedge Fund Returns*. Journal of Financial Economics.
- Getmansky M., Lee P. A., Lo A. W. (2015). *Hedge Fund: A Dynamic History In Transition*. Annual Review of Financial Economics.
- Jensen M. C. (1967). *The Performance of Mutual Funds in the Period 1945-1964*. Journal of Finance.
- Jiang H., Kelly B. (2012). *Tail Risk in Hedge Funds*. Working Paper, University of Chicago.
- Joenvaara J., Kauppila J. M., Kosowski R., Tolonen P. (2019). *Hedge Fund Performance: Are Stylized Facts Sensitive to Which Database One Uses*. Working Paper, Imperial College Business School, University of Oulu.
- Kat H. M., Lu S. (2002). *An Excursion into the Statistical Properties of Hedge Funds*. ISMA Discussion Papers in Finance.
- Lo A. W. (2002). *The Statistics of Sharpe Ratios*. Financial Analysts Journal.
- Markowitz H. M. (1952). *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*. Wiley, New York.
- Mitchell M., Pulvino T. (2001). *Characteristics of Risk and Return in Risk Arbitrage*. Journal of Finance.
- Petreski A. (2007). *Hedge Funds: Influence of Autocorrelation on Risk Underestimation and Relationship with Hedge Fund Features*. Working Paper, University of Reading.
- Schaub N., Schmid M. (2012). *Hedge Fund Liquidity and Performance: Evidence from the Financial Crisis*. Journal of Banking and Finance.

Sharpe W. (1964). *Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium*. Journal of Finance.

Sharpe W. (1994). *The Sharpe Ratio*. The Journal of Portfolio Management.

Teo M. (2011). *The Liquidity Risk of Liquid Hedge Funds*. Journal of Financial Economics.

Young T. (1991). *Calmar Ratio: a Smoother Tool*. Futures.