



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

FACOLTÀ DI SCIENZE STATISTICHE

**CORSO DI LAUREA IN STATISTICA,
ECONOMIA E FINANZA**

**SELEZIONE DI UN PORTAFOGLIO
MEDIANTE LA FORZA RELATIVA**

RELATORE: Ch.mo Prof. Francesco Lisi

LAUREANDO: Damiano Franceschin

ANNO ACCADEMICO 2004-2005

Ai miei genitori

Indice

CAPITOLO 1	11
1.1 - Introduzione	11
1.2 - Ragioni dell'utilizzo di un approccio non parametrico a scapito della teoria del portafoglio di Markowitz	13
1.3 - La procedura seguita durante l'analisi	16
CAPITOLO 2	23
2.1 - Applicazione di medie mobili semplici alla forza relativa ed effetti del differimento dell'ingresso nel mercato sui risultati	24
2.2 - Effetti della variazione del numero di titoli selezionati sulla performance del portafoglio	28
2.3 - Calcolo della performance del portafoglio mediante l'utilizzo di medie mobili esponenziali	32
2.4 - Valutazione dei rendimenti del portafoglio ottenuti con il metodo della performance media ponderata	35
2.5 - Ottimizzazione della performance tramite l'utilizzo di medie mobili esponenziali su sottoperiodi del campione	37
2.6 - Estensione della selezione con la forza relativa ad altri mercati	41
CAPITOLO 3	45
3.1 – Conclusioni	45
BIBLIOGRAFIA	47
RINGRAZIAMENTI	49

CAPITOLO 1

1.1 - Introduzione

Il presente elaborato si propone d'illustrare il lavoro svolto durante uno stage effettuato presso la DIAMAN s.r.l., azienda che si occupa di *advisoring* finanziario. DIAMAN è una società di costituzione relativamente recente ed ha inteso intraprendere una strada che a livello nazionale si può definire innovativa, puntando su una gestione dinamica di fondi e portafogli interamente automatizzata, utilizzando algoritmi matematici e metodologie quantitative appositamente concepiti per la selezione automatica dei titoli. Questi sistemi di compravendita informatizzata dei titoli ricoprono ormai ruoli chiave nel compimento delle transazioni nei mercati nordamericani, come evidenziato dalla seguente tabella estratta dal sito www.nyse.com:

Program Trading Statistics

2005 Program Trading Statistics

Week of:	Average:
June 6 -10	53.3%
May 30 -3	62.6%
May 23 -27	54.2%
May 16 -20	54.2%
May 9 -13	54.9%
May 2 -6	56.5%
April 25 -29	57.0%
April 18 -22	57.4%
April 11 -15	55.7%
April 4 -8	56.2%
March 28 -1	59.9%
March 21 -25	55.7%
March 14 -18	71.4%
March 7 -11	52.8%
February 28 -4	53.7%
February 21 -25	54.4%
February 14 -18	53.4%
February 7 -11	49.5%
January 31 -4	52.1%
January 24 -28	52.1%
January 17 -21	55.9%
January 10 -14	59.5%
January 3 -7	56.4%
December 27 -31	59.6%

La tabella soprastante riporta, per ogni settimana di contrattazioni, la percentuale di transazioni avvenute mediante sistemi automatizzati di

trading. Tuttavia nel panorama nazionale simili approcci d'investimento possono ritenersi tuttora in una fase pionieristica.

Il *core business* dell'azienda consiste perciò nella composizione e gestione di portafogli con titoli scelti sui principali mercati mondiali. Dopo una suddivisione dei suddetti titoli in gruppi secondo criteri di omogeneità che non verranno discussi in questa sede, DIAMAN procede all'assemblaggio di portafogli equiponderati mediante la selezione dei migliori titoli provenienti da ciascun gruppo.

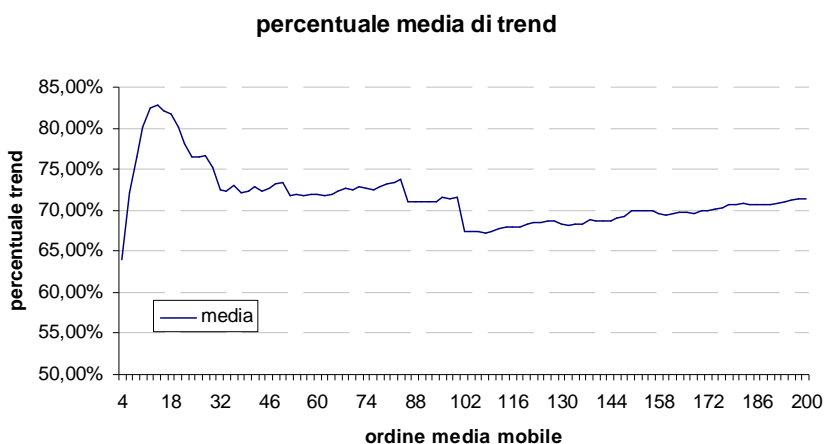
Il tirocinio ha avuto quindi la sua ragion d'essere nella valutazione dell'efficacia del metodo di selezione automatica basato sulla forza relativa., una tecnica il cui utilizzo è attualmente in fase di espansione tra gli agenti operanti sui mercati finanziari, ma di cui si è inteso formalizzare i principi fondamentali. L'ottenimento di un valore aggiunto derivante dall'utilizzo di metodologie automatizzate non può prescindere dalla necessità di disporre di accurati sistemi di *trading*, e conseguentemente assume primario rilievo in quest'ottica la ricerca di affidabili tecniche di *timing* e selezione che consentano di scegliere con continuità i migliori titoli sui mercati e determinare nel miglior modo possibile i momenti d'acquisto e vendita dei titoli stessi, in maniera tale da massimizzare il rendimento dei fondi detenuti in gestione.

A tale scopo, DIAMAN ha scelto di avvalersi di metodi di selezione automatica basati sui principi dell'analisi quantitativa moderna, imperniati sulla determinazione dei trend nelle serie dei prezzi nei mercati finanziari e sulla persistenza di alcuni titoli ad ottenere rendimenti sistematicamente superiori a quelli del mercato in orizzonti temporali a breve e medio termine. In particolare nel corso del tirocinio si è provveduto a testare un processo di selezione improntato sul concetto di forza relativa, una metodologia che sta riscuotendo crescente successo nei mercati finanziari e i cui principi fondamentali verranno esposti in seguito.

1.2 - Ragioni dell'utilizzo di un approccio non parametrico alla selezione a scapito della teoria del portafoglio di Markowitz

La decisione di basare la propria strategia di *trading* su sistemi automatizzati, scaturita dagli esiti emersi da precedenti studi effettuati da DIAMAN, è maturata in base all'osservazione che una serie storica finanziaria si muova per circa il 70% del tempo secondo trend locali. In tale studio viene considerato trend un andamento di una serie storica giornaliera la cui media mobile calcolata sulla serie dei prezzi si muova per almeno cinque settimane consecutive nella stessa direzione. L'utilità delle medie mobili nella determinazione dei trend risiede nel lisciamiento ottenuto tramite la loro applicazione, che permette di isolare la tendenza di medio termine dall'erraticità di breve periodo. Analisi DIAMAN condotte allo scopo hanno individuato nelle medie mobili semplici il metodo che permette la miglior capacità d'individuazione dei trend.

A conferma dell'osservazione riportata in precedenza si osservi il grafico seguente, relativo alla percentuale media di trend del rapporto tra un portafoglio di 18 titoli appartenenti all'indice *Standard & Poor's 500* e l'indice stesso, per diverse ampiezze della finestra di calcolo della media mobile applicata alla serie del portafoglio:

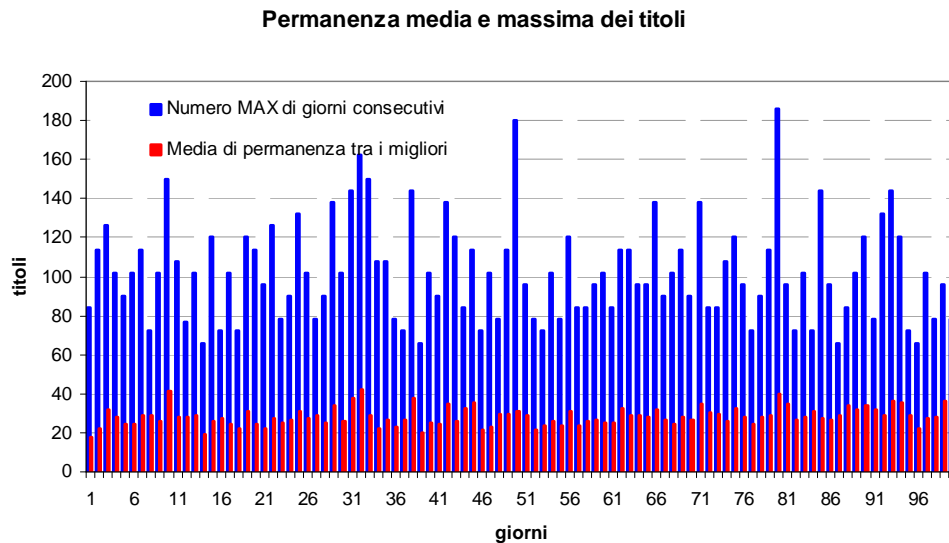


detti p_t la serie dei prezzi del portafoglio e I_t l'indice di mercato, si è scelto di considerare la serie

$$Y_t = \frac{p_t}{I_t}$$

al fine di depurare i trend dei singoli titoli dalla presenza di eventuali fasi di trend concomitanti del mercato.

Nell'ambito delle stesse analisi si è verificata una significativa persistenza dei titoli ad ottenere performance migliori del *benchmark*. A tale proposito, si osservi il seguente grafico, relativo ad uno studio condotto nel corso del tirocinio su uno dei gruppi di titoli che costituiscono il campione per le analisi che verranno espone in seguito:



Gli istogrammi blu rappresentano il numero massimo di giorni consecutivi in cui ogni titolo ha ottenuto performance migliori del mercato; quelli rossi mostrano per quanti giorni consecutivi in media un titolo continua ad ottenere risultati migliori del *benchmark*. Se i mercati fossero strettamente efficienti gli istogrammi rossi riporterebbero valori molto vicini allo zero, mentre quelli blu si assesterebbero su valori nettamente minori della media

effettivamente rilevata: ciò implicherebbe che non si riscontra una significativa persistenza nella performance dei titoli. Il grafico invece mostra che una volta che un titolo riesce a superare le performance del mercato mediamente continua a farlo per 30 giorni e con massimi che in media si assestano sui 100 giorni, presentando punte estreme oltre i 180, a conferma della continuità che è possibile riscontrare tra i titoli che ottengono risultati migliori dalla media di mercato in un dato periodo.

Questi dati assumono un rilievo ancora maggiore tenendo presente che il conteggio fa riferimento esclusivamente ai giorni in cui sono avvenute le contrattazioni. Sono quindi evidenti le opportunità di guadagno ottenibili con un metodo di selezione che riesca a cogliere con costanza i titoli che mantengono gli standard di rendimento superiori.

Nel mondo del risparmio gestito, specialmente in Italia, gran parte degli strumenti finanziari è ancorata all'andamento del *benchmark*, caratteristica che si riflette in una difficoltà da parte di queste strategie di conseguire un valore aggiunto anche a causa delle commissioni di gestione e dei costi applicati.

Tra le metodologie maggiormente diffuse per la costruzione di portafogli d'investimento la più utilizzata è la teoria del portafoglio ottimo di Markowitz. Tale metodo presenta l'indiscutibile vantaggio di una rigorosa definizione teorica, e si basa principalmente sui seguenti assunti:

- i mercati azionari devono essere efficienti
- le correlazioni tra i titoli devono rimanere costanti nel tempo

Varie verifiche empiriche hanno però confutato la validità di queste ipotesi in quanto sui mercati finanziari di tutto il mondo si verificano frequentemente fasi d'inefficienza del mercato (Higgins, 1992) e le correlazioni tra gli asset non sono stabili ma variano continuamente nel tempo allo stesso modo dei prezzi e della volatilità (Schleifer, 2000).

Inoltre, alcuni autorevoli analisti dei mercati finanziari (si veda ad esempio Grinold e Kahn, 2000) criticano l'ottimizzazione del portafoglio effettuata

secondo l'approccio media-varianza di Markowitz poiché nel calcolo di errori standard e covarianze non tiene conto della stima degli errori in esso contenuti.

Al fine di ovviare a tali inconvenienti e sulla base dei risultati riportati in precedenza DIAMAN ha quindi optato per l'applicazione di metodi non parametrici, che non mirano ad ottimizzare il rapporto tra rendimento e rischio ma sono volte a ottenere un persistente valore aggiunto sulla media di mercato, indipendentemente dalla volatilità del portafoglio.

Tuttavia, si è visto che le considerazioni che hanno indotto ad abbandonare il modello di selezione basato sulla teoria moderna del portafoglio si poggiano essenzialmente su basi empiriche, ma risultano pressoché avulse da definizioni di natura teorica.

1.3 - La procedura seguita durante l'analisi

Come si è già anticipato, il metodo di selezione utilizzato è basato sul concetto di forza relativa. La definizione di forza relativa, cui si farà riferimento in seguito anche con l'acronimo inglese RS (*Relative Strength*), si basa sul rapporto tra prezzo di un'azione e quotazione dell'indice azionario cui questa fa riferimento, ovvero:

$$RS_{it} = \frac{P_{it}^*}{I_t^*}$$

dove con P_{it}^* e I_t^* s'intendono rispettivamente il prezzo dell'azione i e la quotazione dell'indice, entrambi al tempo t , normalizzati ponendo un giorno base pari a 100, ovvero:

$$P_t^* = 100 \left(1 + \frac{P_{it} - P_{i0}}{P_{i0}} \right)$$

$$I_t^* = 100 \left(1 + \frac{I_t - I_0}{I_0} \right)$$

dove P_{i0} e I_0 denotano rispettivamente il valore del prezzo dell'azione i e dell'indice alla data base. Si è deciso d'indicizzare entrambi i valori in maniera da poter misurare e confrontare le variazioni relative con maggiore immediatezza.

Il campione su cui si sono sviluppate le analisi è costituito dai 500 titoli costituenti l'indice *Standard & Poor's 500 Composite*. Successivamente si sono estratti dal campione cinque gruppi di titoli, ciascuno di numerosità compresa tra 40 e 100. La divisione in gruppi è avvenuta secondo la procedura di riduzione della complessità descritta da Gavrilov *et al.* (2000), la quale si basa sull'analisi delle componenti principali e sulla *cluster analysis*. Si è deciso di condurre le analisi su titoli dell'indice S&P 500 poiché viene ritenuto tra i più efficienti del mondo; tale reputazione è dovuta alla sua dimensione globale e alle caratteristiche del campione su cui viene calcolato, rappresentato dalle 500 società mondiali a più elevato valore di capitalizzazione.

Al fine di evitare che i risultati delle elaborazioni risentissero di particolari congiunture temporali, si è scelto di effettuare i calcoli su una finestra temporale sufficientemente ampia da permettere di giungere a una valutazione che prescindesse da specifiche fasi di mercato: si sono quindi scaricate, tramite il software Bloomberg, le serie storiche giornaliere dei prezzi di chiusura, aggiustati per le operazioni sul capitale societario, dei titoli e del *benchmark* di riferimento degli stessi nel periodo 2/1/1996-16/12/2004, pari a 2337 osservazioni per ciascuna serie. Si è tenuto conto solo dei giorni in cui sono avvenute le contrattazioni, in caso di festività infrasettimanali sono stati riportati i prezzi della chiusura precedente.

Il passo successivo, come anticipato in precedenza, è consistito nell'indicizzazione a base 100 di tutte le serie prese in esame. La data base

selezionata è stata posta il giorno 28/6/1996: una simile decisione è stata dettata dalla necessità di avere a disposizione le prime 200 osservazioni per il calcolo della prima finestra di medie mobili, i cui dettagli verranno spiegati nel seguito. Quindi, si è proceduto alla determinazione della forza relativa, secondo la formula precedentemente riportata.

Successivamente, viene effettuato sulle serie della forza relativa il calcolo di una media mobile a breve termine e una di lungo termine. L'utilizzo delle mobili (si veda a tal proposito Pring, 2002) è largamente diffuso tra le aziende operanti sui mercati finanziari nella determinazione dei trend nelle serie dei prezzi. Com'è noto, infatti, l'applicazione di una media mobile permette di smussare l'andamento di una serie, permettendo di eliminare o ridimensionare l'erraticità della serie stessa. L'utilizzo di una media mobile su una serie storica dei prezzi permette quindi di depurare l'andamento di fondo del titolo considerato dalla componente casuale di disturbo di breve periodo.

Le tipologie di medie mobili che trovano un impiego più diffuso in finanza sono:

- la media mobile semplice, intesa come media dei prezzi calcolata su una finestra temporale di ampiezza fissata τ . Nelle analisi condotte si è scelto di applicare solamente medie mobili equiponderate ed asimmetriche che tenessero conto di tutte le osservazioni disponibili, del tipo:

$$MMS_t = \frac{1}{\tau} \sum_{i=t-\tau+1}^t P_i,$$

dove con P_i s'intende il prezzo del titolo all'istante i .

- la media mobile esponenziale, definita come:

$$MME_t = (1 - \lambda)MME_{t-1} + \lambda P_t,$$

dove il termine λ , che viene posto pari a $\left(1 - \frac{1}{\tau}\right)$ e moltiplica il valore della media mobile calcolato al tempo precedente costituisce il *parametro di smorzamento* della media mobile stessa. A valori elevati di λ corrisponde un maggior peso delle osservazioni più recenti rispetto a quelle più datate. Si è deciso di scegliere la parametrizzazione di λ in funzione di τ allo scopo di avere un costante riferimento all'ampiezza periodo su cui la media mobile viene calcolata.

Normalmente si preferisce utilizzare due medie mobili semplici di diversa lunghezza o due medie mobili esponenziali con un diverso valore del parametro di smorzamento, al fine di ottimizzare l'affidabilità del sistema di *trading* nel cogliere correttamente i segnali provenienti da ciascuna media.

In questo contesto riveste un rilievo primario l'utilità di un'applicazione simultanea di due medie mobili diverse. Una media mobile relativamente corta, infatti, tende a dare falsi segnale d'inversione dei trend (e quindi d'acquisto o di vendita) con frequenza tanto maggiore quanto minore è l'ordine della media stessa, comportando pertanto il rischio di pervenire a decisioni fuorvianti. Un simile problema si riscontra anche in presenza di medie mobili esponenziali con parametro di smorzamento elevato, in quanto tali medie tendono a dare scarso peso alle osservazioni più lontane nel tempo.

All'aumentare dell'ampiezza della finestra temporale su cui viene calcolata la media mobile o in presenza di medie esponenziali che attribuiscono un peso minore ai dati più recenti si registra invece un miglioramento della capacità di discernimento dei segnali fornita dalla media stessa. Tuttavia, poiché viene richiesto un numero maggiore di osservazioni passate al fine di poter effettuare il calcolo, medie mobili lunghe tendono a segnalare la presenza di un trend con un ritardo sistematico che può inficiare in maniera significativa l'efficacia dell'operazione.

Nelle analisi condotte durante il tirocinio si è scelto di applicare medie mobili semplici ed esponenziali alle serie della forza relativa calcolate sui

titoli, valutando per quali ordini di medie a breve e a lungo termine si ottengono i migliori risultati, e selezionando contestualmente di volta in volta i titoli con il più elevato rapporto tra la media mobile a breve e quella di lungo periodo, in quanto una simile caratteristica è sintomatica di una maggiore performance del titolo nelle fasi più recenti. Una siffatta scelta è maturata giacché una maggiore distanza tra le due medie implica un trend più evidente e quindi un minore rischio d'incorrere in falsi segnali.

Nelle simulazioni effettuate si è scelto di considerare inizialmente portafogli con sei titoli sulla base degli standard impiegati dall'azienda; successivamente anche il numero di titoli selezionati volta per volta è stato oggetto di un'analisi i cui risultati verranno discussi nel Capitolo 2. In tutte le simulazioni condotte si è inoltre deciso di assegnare uguale peso a ciascun titolo presente nel portafoglio e di effettuare l'aggiornamento del portafoglio stesso ogni 25 giorni sulla base di studi preventivamente effettuati dall'azienda. Esaurito tale periodo viene quindi ripetuta la selezione dei titoli secondo i risultati ottenuti dagli stessi nella fase antecedente l'aggiornamento.

Infine, si è proceduto al calcolo della performance del portafoglio comprendente i titoli selezionati. Tale performance viene calcolata come segue: sia r_{it} la serie dei rendimenti del titolo i , detta P_{it} la serie dei prezzi del titolo stesso la definizione di r_{it} è:

$$r_{it} = \frac{P_{it} - P_{it-1}}{P_{it-1}}.$$

Il rendimento del portafoglio viene quindi ottenuto come somma dei rendimenti dei k titoli con cui il portafoglio è composto, ossia:

$$r_{pt} = \sum_{i=1}^k r_{it}.$$

Dalla serie dei rendimenti del portafoglio si sottraggono le commissioni di negoziazione c_t e si calcolano i rendimenti netti percentualizzati come:

$$r_{pt}^* = r_{pt} * 100 - c_t.$$

La performance del portafoglio PF_t viene quindi ottenuta nel modo seguente:

$$PF_t = PF_{t-1} (1 + r_t^*).$$

Con PF_t indicizzata al pari delle serie di titoli e *benchmark* ponendo pari a 100 il valore calcolato nella data 28/6/1996. Nel seguito, la performance del portafoglio verrà identificata con il risultato di PF_t ottenuto in ogni elaborazione.

Si è pertanto testata la validità di diversi metodi di calcolo basati sul concetto di forza relativa rispetto a gestioni passive replicanti il portafoglio di mercato, selezionando a parità di risultati le combinazioni di medie mobili con la maggior differenza tra le due finestre di calcolo, poiché considerando il rapporto tra medie mobili troppo simili tra loro shock casuali in uno dei due valori calcolati tendono facilmente a ripercuotersi in maniera molto marcata sulla performance del portafoglio, inficiando così l'efficienza del criterio di selezione, che risente pertanto di un maggiore tasso di erraticità.

Infine, per tutti i *backtest* condotti è stato effettuato il confronto della loro efficacia con l'andamento del *benchmark* di riferimento in un grafico raffigurante l'evoluzione nel tempo della performance del portafoglio selezionato e dell'indice di mercato, oltre alla forza relativa calcolata sul portafoglio stesso con metodo analogo a quello descritto per la determinazione di RS_{it} sui singoli titoli. Nei grafici di confronto la serie

associata alla performance del portafoglio viene sempre calcolata ponendo i parametri oggetto dell'analisi pari ai valori che permettono di conseguire i migliori risultati secondo il criterio di valutazione dei risultati adottato nel corso del tirocinio.

Tale procedura di confronto classifica i risultati ottenuti per ogni valore dei parametri ottimizzati durante l'esperimento secondo tre fattori sulla base della media degli esiti emersi dalle simulazioni sui singoli gruppi. I parametri tramite i quali si è attuato il confronto tra i diversi valori dei parametri sono la performance del portafoglio secondo la definizione precedentemente esposta di PF_t , la volatilità e il *drawdown* massimo, ovvero differenza tra il migliore e il peggiore rendimento dei titoli inclusi nel portafoglio. Seguendo indicazioni provenienti da precedenti analisi effettuate da DIAMAN, si è deciso di assegnare peso pari a 0,5 alla posizione secondo i valori riportati per la performance, mentre sono stati posti rispettivamente uguali a 0,3 e 0,2 le ponderazioni per le posizioni emerse dalla classificazione per volatilità e *drawdown*.

Detti quindi PF_t la performance del portafoglio, V_t la sua volatilità e D_t il drawdown si è posto

$$X_t = 0,5PF_t + 0,3V_t + 0,2D_t$$

ottimizzando quindi

$$\max_k X_t(k)$$

rispetto a parametri k diversi a seconda dell'analisi svolta.

Nel Capitolo 2 verranno quindi dettagliatamente enucleati i risultati ottenuti in ognuna delle analisi compiute durante lo stage.

CAPITOLO 2

Risultati della selezione mediante la forza relativa

In questa sezione verranno esposti i risultati ottenuti nel corso di ognuna delle analisi condotte durante il tirocinio al fine di valutare la validità del metodo di selezione dei titoli basato sulla forza relativa. Si è scelto di procedere applicando alla metodologia operativa delineata nel paragrafo 1.3 diversi metodi di calcolo, mirando a stabilire i valori ottimali di vari parametri in grado di produrre effetti influenti sui risultati e massimizzando, come già descritto in precedenza, la performance del portafoglio definita da:

$$PF_t = PF_{t-1}(1 + r_t^*),$$

dove PF_t è indicizzata allo stesso modo delle serie dei prezzi di titoli e *benchmark* (si confronti il paragrafo 1.3), con:

$$r_t^* = 100 \left(1 - \frac{1}{r_t - c_t} \right) \text{ e } r_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}},$$

mentre c_t rappresenta le commissioni di negoziazione.

2.1 – Applicazione di medie mobili semplici alla forza relativa su titoli dell'indice *Standard & Poor's 500* ed effetti del differimento dell'ingresso nel mercato sui risultati

La prima analisi effettuata è consistita nel calcolo della performance del portafoglio tramite l'applicazione sulle serie della forza relativa di medie mobili semplici. Come si è già anticipato, tutte le medie mobili semplici sono asimmetriche, in maniera da includere nel calcolo anche le ultime osservazioni disponibili, e danno uguale peso a ciascuna delle osservazioni incluse nella finestra di calcolo. Si è voluto verificare quali ordini di medie mobili a breve e a lungo termine permettessero di ottimizzare il criterio di valutazione descritto nella sezione 1.3, ottimizzando pertanto:

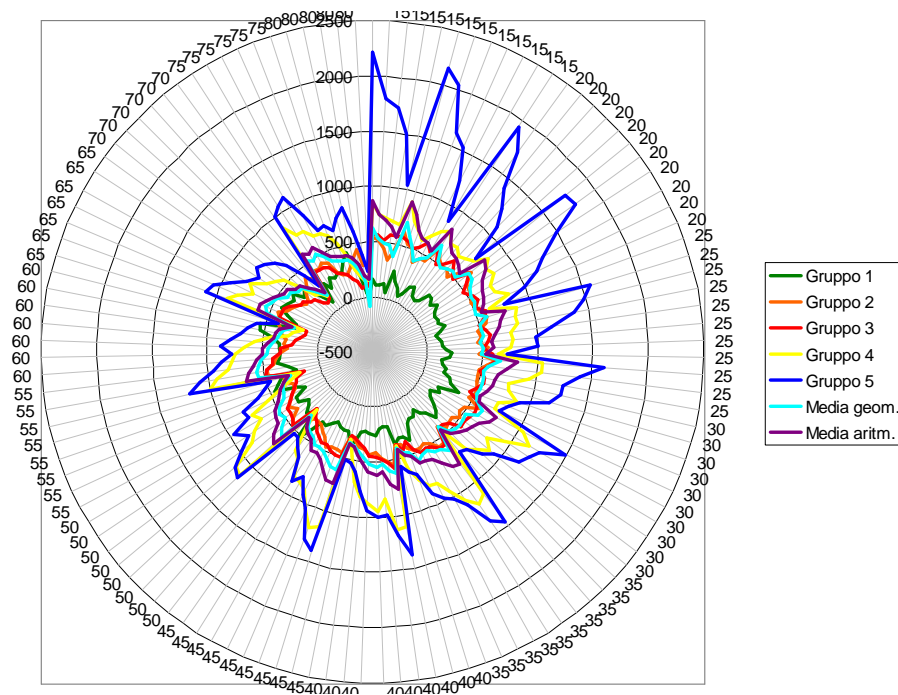
$$\max_{k,l} X_t(k,l)$$

dove k e l rappresentando gli ordini di media mobile a breve e a lungo termine.

Contestualmente, si è verificato se un'entrata nel mercato ritardata rispetto alla data dell'aggiornamento avesse un effetto significativo sulle prestazioni del portafoglio. Si è scelto di variare il differimento dell'ingresso nel mercato aumentandolo di cinque giorni per volta, valutando cioè il *delay* temporale con cadenza settimanale.

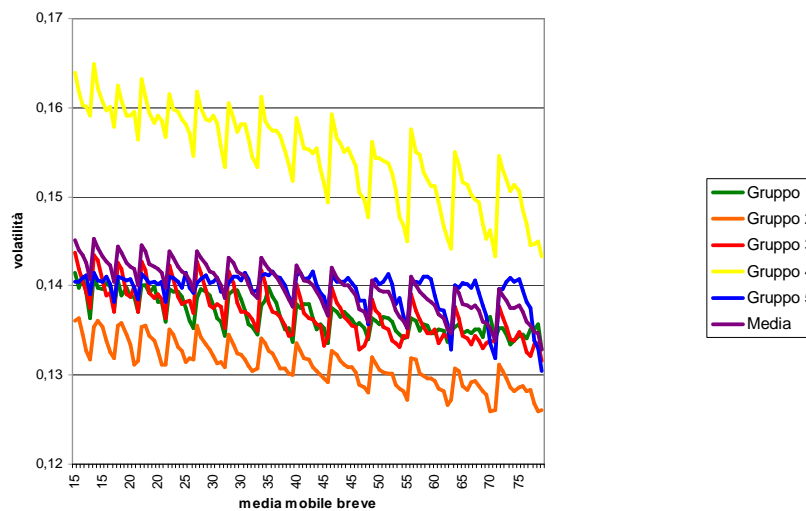
Le seguenti figure mostrano i grafici relativi alle serie di performance, volatilità e *drawdown* riportate da ciascun gruppo per ogni coppia di medie mobili. Per tutti i parametri d'interesse viene considerata la media dei valori riportati da ogni gruppo secondo i diversi ritardi dell'ingresso nel mercato considerati, oltre alla media tra i vari gruppi.

Si consideri dapprima il grafico inerente alle serie della performance, per cui è stata calcolata anche la media geometrica tra i gruppi:



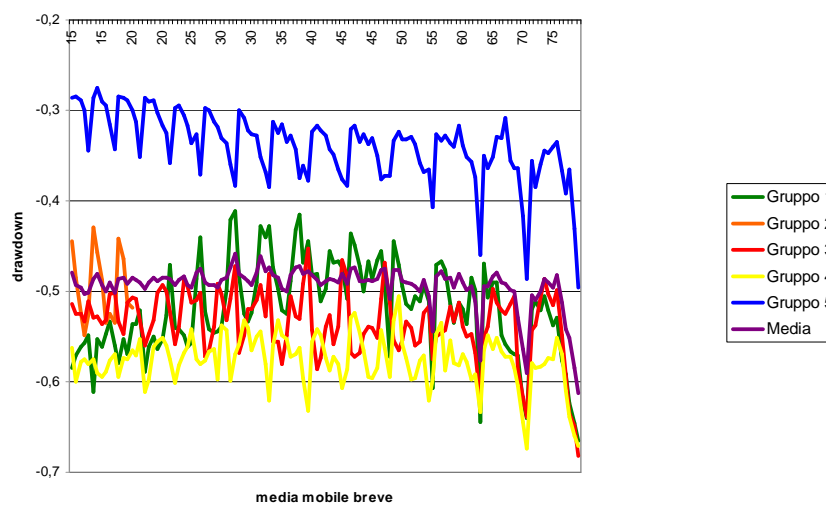
Dalla figura sopra riportata si evince che medie mobile di ordine relativamente ristretto sia a breve sia a lungo termine garantiscono i risultati migliori per tutti i gruppi di titoli analizzati. Si noti anche come, per tutte le combinazioni di medie mobili, il calcolo della media aritmetica si riveli più indicato della media geometrica nel considerare i risultati riportati dall'intero campione analizzato nel suo complesso. Infatti i valori calcolati tramite la media aritmetica risultano sempre maggiori di quelli ottenuti utilizzando la media geometrica. Simili risultati hanno indotto a valutare le performance complessive dei campioni analizzati nelle analisi successive solo mediante il calcolo della media aritmetica.

Di seguito viene riportato il grafico relativo alla volatilità:



La figura mostra una tendenza delle medie mobili nel campione considerato che non si discosta dall'aspettativa derivante dalla teoria delle medie mobili. Si evidenzia infatti come le medie mobili calcolate su finestre temporali più ampie presentino una volatilità meno accentuata rispetto alle medie di ordine più ristretto: ciò si deve al maggior numero di osservazioni impiegate nel calcolo, che permette a medie mobili più lunghe di contenere la volatilità della serie grazie a una maggior capacità di lisciamento degli shock casuali di breve periodo.

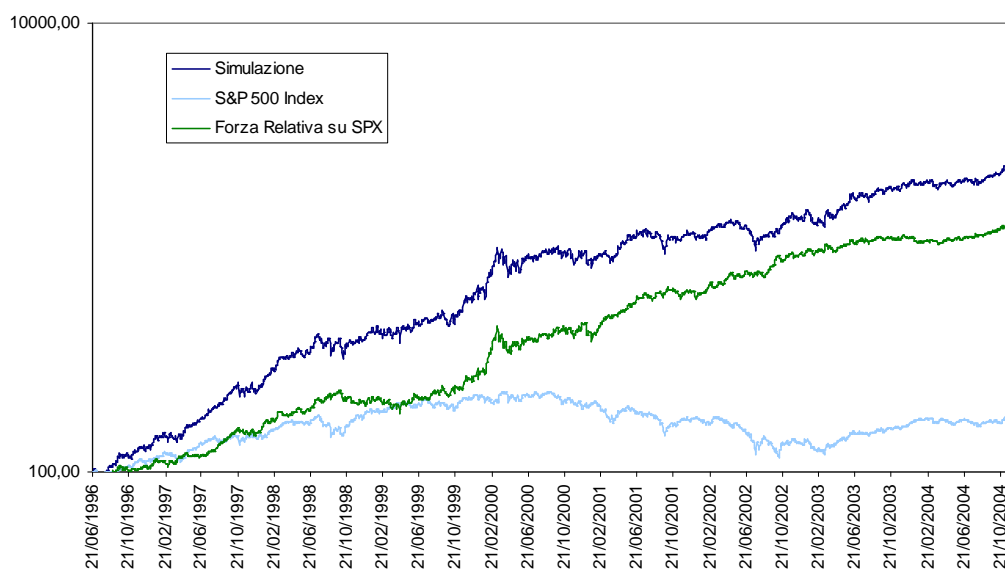
Infine, si osservi il grafico relativo al *drawdown*:



Si nota come le medie che avevano fornito i migliori risultati in termini di performance permettano anche di contenere le perdite in maniera più consistente, laddove invece si riscontra come una volatilità meno accentuata non si riveli determinante ai fini del contenimento delle massime perdite possibili.

Un'entrata nel mercato ritardata non si è invece rivelata un fattore proficuo ai fini dei rendimenti del portafoglio: si era infatti deciso di verificare qualora un differimento dell'ingresso nel mercato, che si sarebbe potuto sfruttare permettendo un migliore esame dei trend in atto sulle singole serie, potesse esercitare un effetto significativo sulla performance. Tuttavia, si è riscontrato che i rendimenti del portafoglio diminuiscono all'aumentare del *delay* temporale considerato, pertanto nelle analisi successive si è scelto in maniera definitiva di entrare immediatamente nel mercato.

Di seguito viene riportato il confronto tra la performance del portafoglio formato sulla base di uno dei gruppi di titoli fin qui presi in esame e l'indice S&P500, evidenziando anche la forza relativa calcolata sul portafoglio stesso rispetto all'indice .



La selezione effettuata con il calcolo delle medie mobili semplici sulla forza relativa si è quindi dimostrata decisamente proficua. Si nota infatti

l'apprezzamento costante nel tempo del portafoglio selezionato coi metodi sopra menzionati nei confronti del *benchmark*, abbinato ad una volatilità particolarmente contenuta, come si desume dall'assenza di evidenti perturbazioni nella serie della forza relativa. La crescita appare meno evidente nei periodi di fase laterale del mercato, come accade ad esempio nella fase finale del periodo considerato. Questa caratteristica tuttavia sembra imputabile principalmente alla minore efficacia che numerosi sistemi di *trading*, basati sulla determinazione dei trend, presentano in tali condizioni. Simili risultati hanno quindi indotto ad estendere questa strategia di selezione anche ad altri contesti.

2.2 - Effetti del cambiamento del numero di titoli selezionati sulle performance del portafoglio

La precedente analisi è stata effettuata selezionando ad ogni aggiornamento i sei migliori titoli e operando su questi al fine di determinare quali combinazioni di medie mobili garantissero i migliori risultati, prendendo in considerazione, oltre alla performance del portafoglio, volatilità e *drawdown* secondo la formula descritta nella sezione 2.1.

Le analisi sono state condotte mantenendo il numero di titoli selezionati per volta pari a sei, in accordo con studi precedenti effettuati da DIAMAN n altri ambiti. Si è tuttavia inteso verificare se variando il numero di titoli si potessero ottenere risultati migliori secondo il criterio di valutazione fin qui adottato, tendendo a un bilanciamento quanto più possibile soddisfacente tra rendimento del portafoglio e contenimento del rischio ad esso connesso.

La scelta di selezionare solamente l'unico o i due titoli che nel periodo precedente presentassero la miglior performance, pur fornendo la possibilità di dare un valore aggiunto ancora maggiore al portafoglio, avrebbe parimenti comportato un marcato aumento della volatilità, incrementando così le possibilità di subire perdite molto onerose in corrispondenza di particolari congiunture o qualora si registrasse un vistoso

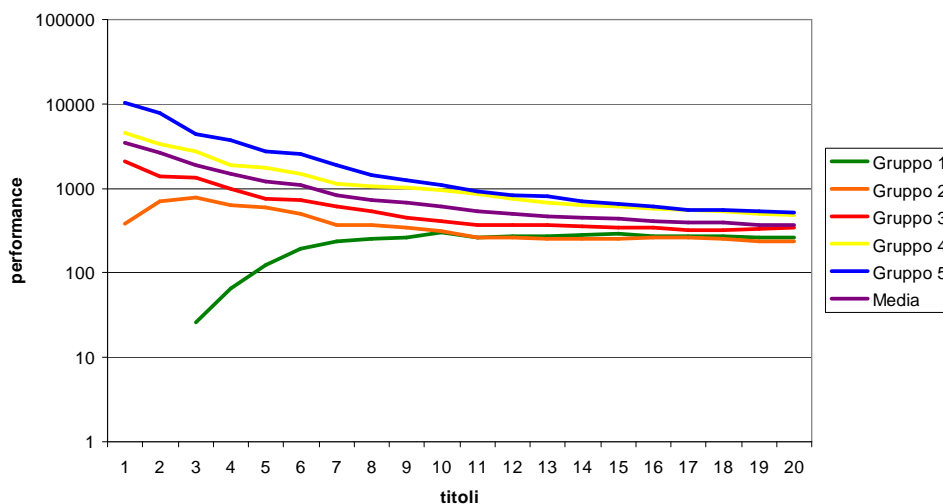
peggioramento della performance nel periodo esaminato rispetto alla fase antecedente l'aggiornamento.

Una selezione contemporanea di un numero di titoli relativamente elevato avrebbe al contrario permesso di contenere notevolmente il rischio, diminuendo però considerevolmente il valore aggiunto di questa strategia nei confronti di una gestione passiva replicante il *benchmark*.

Si è perciò condotta un'analisi al fine di determinare quale numero di titoli fosse in grado di fornire i migliori risultati secondo la procedura di valutazione precedentemente seguita. Il *modus operandi* seguito nella circostanza è sostanzialmente analogo a quello adottato nella simulazione precedente, utilizzando cioè medie mobili semplici aventi pesi uguali per tutte le osservazioni utilizzate nel calcolo e procedendo quindi alla selezione dei titoli sulla base della loro forza relativa. In questo caso però gli ordini delle medie mobili a breve e a lungo termine sono stati fissati pari ai valori ottimali emersi dall'elaborazione già esposta, mentre si è fatto variare il numero di titoli scelti ad ogni aggiornamento, massimizzando quindi:

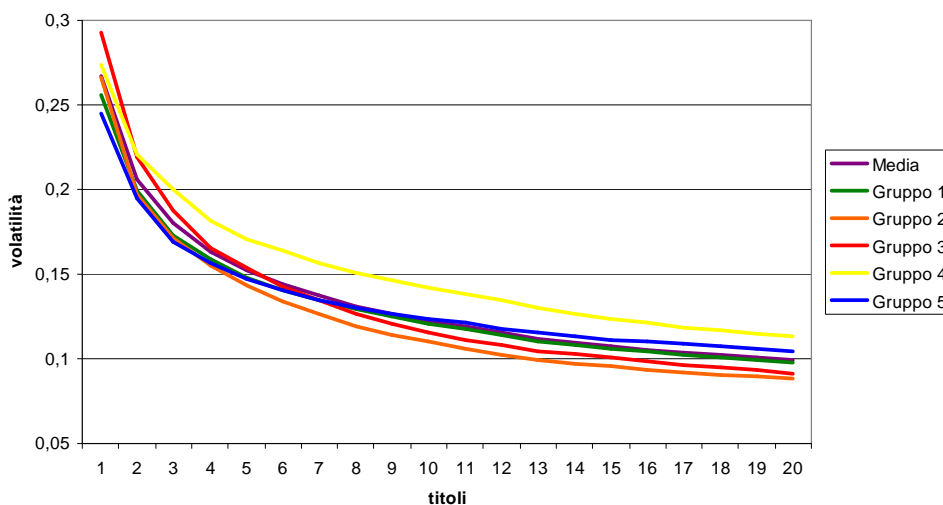
$$\max_n X_t(n)$$

dove n rappresenta il numero di titoli selezionati. Gli esiti dell'esperimento secondo i parametri d'interesse valutati si possono sintetizzare nei grafici seguenti:



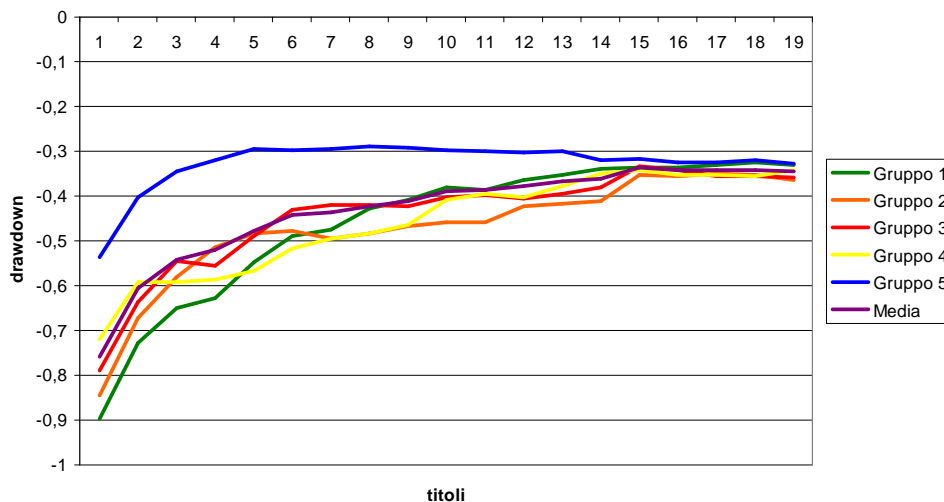
La figura soprastante rappresenta la performance dei singoli gruppi al variare del numero di titoli selezionati per volta, visibile nell'asse delle ascisse. Si nota come estendendo la selezione la differenza in termini di rendimento tra i diversi gruppi tenda ad annullarsi in maniera costante, convergendo alla media di mercato. Il grafico è tarato su scala logaritmica, pertanto le prime due osservazioni sulla serie relativa al gruppo 1 non appaiono in figura poiché la performance di tale insieme di titoli risulta negativa scegliendo meno di tre azioni per volta.

Nel grafico seguente si può visualizzare la variazione della volatilità dei singoli gruppi al variare del numero di titoli selezionati:



Concordemente alle aspettative, la volatilità diminuisce all'aumentare dei titoli selezionati, convergendo anche in questo caso alla media dei singoli gruppi.

Da ultimo, vengono raffigurati gli andamenti dei vari gruppi al variare del numero di titoli per quanto riguarda il *drawdown*:



Anche da questo punto di vista si registra la tendenza usuale: quanti più titoli vengono scelti per volta, tanto minore risulta la differenza tra il migliore e il peggiore rendimento tra i titoli selezionati. Si evidenzia inoltre come con l'estensione della selezione le differenze tra i gruppi tendano ad eliminarsi.

La successiva ponderazione delle posizioni riportate da ciascun valore dei titoli scelti in termini dei parametri d'interesse suggerisce che il miglior bilanciamento tra rischio e rendimento si ottiene con la scelta di sei titoli per volta, confermando gli esiti emersi dagli studi compiuti dall'azienda.

Contemporaneamente, è stata ritenuta soddisfacente la riduzione della volatilità osservata nel passaggio da uno a tre titoli: ciò ha indotto a considerare nelle elaborazioni successive, oltre alla selezione già rodada su sei titoli, anche una strategia alternativa più aggressiva basata su un portafoglio comprendente solo tre titoli.

2.3 – Applicazione delle medie mobili esponenziali al calcolo della performance del portafoglio

I risultati ottenuti con il metodo di calcolo imperniato sulle medie mobili semplici applicate alla serie della forza relativa hanno dimostrato la validità della selezione così effettuata. Il portafoglio contenente i sei migliori titoli infatti si avvantaggia sistematicamente sull'andamento dell'indice sia in fase di trend crescente della serie del *benchmark* sia in periodi di crisi di mercato azionario, sfruttando l'efficienza del sistema di *trading* basato sulla persistenza dei titoli.

L'efficacia della strategia fin qui utilizzata sembra invece meno evidente nelle fasi cosiddette laterali, ovvero negli intervalli in cui l'andamento del *benchmark* non registra variazioni rilevanti: in questi periodi infatti il metodo basato sulla forza relativa tende ad appiattirsi sui livelli del mercato e mostra maggiori difficoltà a generare il valore aggiunto che invece riesce a creare negli altri periodi.

Inoltre, il calcolo delle medie mobili semplici presenta tempi di esecuzione piuttosto prolungati, e sono chiare le difficoltà operative che tale caratteristica comporta.

Al fine di ovviare a questi inconvenienti si sono voluti valutare i risultati di una selezione improntata sul calcolo, a partire dalle serie della forza relativa, di medie mobili esponenziali nella forma definita nel paragrafo 1.3, ovvero:

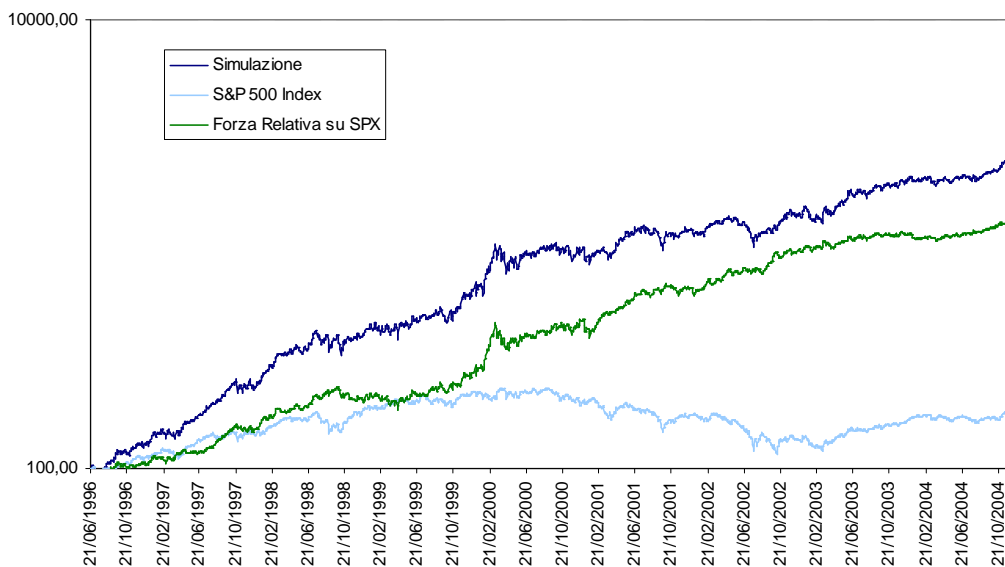
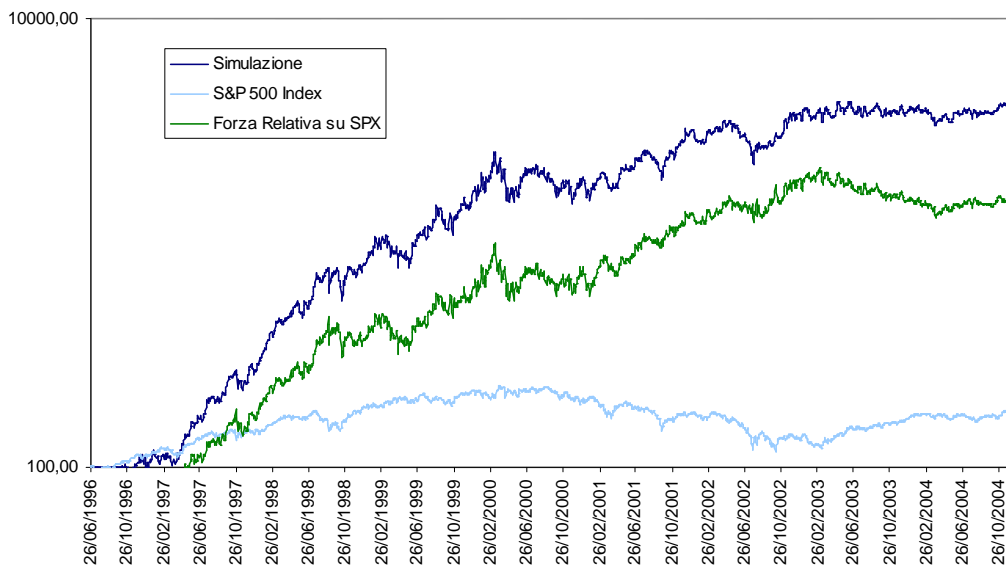
$$MME_t = (1 - \lambda)MME_{t-1} + \lambda P_t$$

con il parametro di smorzamento λ posto pari a $\left(1 - \frac{1}{\tau}\right)$, dove τ rappresenta l'ampiezza della finestra su cui la media viene calcolata. La procedura di selezione seguita è analoga a quella secondo la quale si sono svolte le analisi precedenti, pertanto la scelta dei titoli è avvenuta sulla base del rapporto tra le medie mobili a breve e a lungo termine, calcolate secondo diversi valori del parametro di smorzamento. Il numero di titoli scelti ad ogni aggiornamento è stato fissato pari a sei. Detti quindi λ e μ i parametri di smorzamento delle medie mobili a breve e a lungo termine, si è massimizzato:

$$\max_{\lambda, \mu} X_t(\lambda, \mu)$$

L'analisi è stata quindi finalizzata a valutare in quale misura la maggiore celerità nel calcolo venisse scontata in termini di efficacia, determinando quali valori di λ e μ permettessero di conseguire i migliori risultati secondo la ponderazione descritta nel paragrafo 2.1.

I risultati della simulazione sopra descritta si possono visualizzare nei seguenti grafici, che mettono a diretto confronto l'andamento della selezione compiuta col metodo appena descritto con il portafoglio composto tramite il calcolo delle medie mobili semplici:



La figura permette di visualizzare come la nuova metodologia di selezione adottata si possa ritenere una valida alternativa al calcolo della performance del portafoglio tramite le medie mobili semplici. Si osservi infatti il maggiore valore aggiunto conseguito dalla serie della forza relativa calcolata col nuovo metodo grazie alla migliore efficacia garantita dalle medie mobili esponenziali al sistema di *trading* utilizzato, che grazie alla tecnica descritta in questa sezione coglie con precisione maggiore i segnali d'inversione dei trend.

Tuttavia, si può facilmente constatare come la serie della forza relativa ottenuta con le medie mobili esponenziali, ancorché garantisca rendimenti maggiori di quelli risultati dall'analisi precedente, risenta in maniera più evidente delle fasi di stallo del *benchmark*, accentuando quindi la difficoltà della strategia perseguita a generare un vantaggio significativo sul mercato in tali periodi. Inoltre, la strategia implementata in questa sezione presenta una volatilità sensibilmente maggiore di quella risultata dall'analisi precedente.

Simili considerazioni hanno quindi indotto a considerare comunque buona la performance ottenuta col nuovo metodo, la cui maggiore velocità di esecuzione non ha inficiato in maniera pesante la bontà della selezione nonostante l'aumento del rischio connesso all'applicazione della nuova strategia. Si è quindi deciso di utilizzare il calcolo tramite le medie mobili esponenziali anche in altre elaborazioni, specialmente in presenza di analisi che richiedessero lo svolgimento di conti particolarmente laboriosi.

2.4 – Calcolo dei rendimenti del portafoglio con il metodo della performance media ponderata

Si è già avuto modo di sottolineare nelle sezioni precedenti come l'efficacia dei due metodi impiegati finora nella selezione dei titoli sulla base della forza relativa difettesse nelle fasi laterali di mercato. Allo scopo di implementare una tecnica selettiva in grado di riportare l'efficienza delle metodologie già sperimentate anche nei periodi di stallo dell'indice azionario si è perciò proceduto all'analisi della validità di una nuova modalità di selezione.

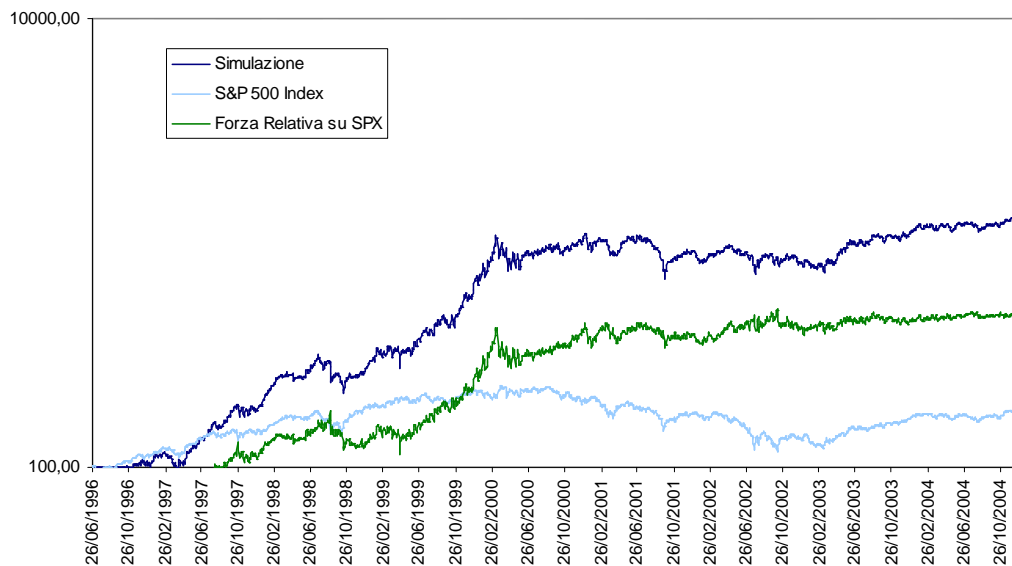
Il metodo esaminato è stato denominato *performance media ponderata* (PMP) ed effettua la scelta dei titoli accreditati del miglior rapporto tra media della forza relativa negli ultimi cinque giorni di contrattazioni e media di RS_t calcolata su τ settimane prima, ovvero:

$$\text{PMP}(\tau) = \frac{\sum_{t=1}^5 RS_t}{\sum_{T=1-\tau}^{5-\tau} RS_T}$$

si osservi come, diversamente da quanto avvenuto nelle analisi fin qui compiute, nell'espressione che definisce $\text{PMP}(\tau)$ l'ampiezza delle finestre di calcolo delle due medie rimanga stabile: a variare infatti è solamente lo sfasamento temporale τ tra l'ultima settimana di dati disponibili e quella con cui è effettuato il confronto. Anche in questo caso la simulazione è stata condotta considerando ad ogni aggiornamento portafogli contenenti sei titoli verificare quale metodologia permettesse di abbinare il costante e stabile vantaggio sul mercato assicurato dalle medie mobili semplici a un adeguato sfruttamento delle fasi laterali. La peculiarità di questa metodologia consiste nel variare la distanza fra le due finestre temporali, la cui ampiezza è però fissata ad una settimana e massimizzando quindi:

$$\max_{\tau} X_i(\tau).$$

I risultati ottenuti con questo metodo possono essere visualizzati nel grafico sottostante:



Il grafico illustra come la nuova tecnica sperimentata non fornisca alcun miglioramento sostanziale rispetto alle simulazioni effettuate in precedenza in termini di apprezzamento del portafoglio nelle fasi laterali rispetto all'indice azionario. Inoltre il confronto con le analisi basate sulle medie mobili suggerisce che i rendimenti ottenuti applicando il metodo PMP, per quanto vengano giudicati buoni in sé, risultino nettamente inferiori a quelli riportati nelle altre circostanze esaminate: si noti infatti come la performance data dai titoli selezionati non registri aumenti rilevanti a partire dai primi mesi dell'anno 2000.

Simili considerazioni hanno pertanto indotto ad abbandonare la tecnica di selezione basata sulla performance media ponderata.

2.5 - Ottimizzazione della performance mediante l'applicazione di medie mobili esponenziali su sottoperiodi del campione

Le analisi fin qui condotte sono state mirate ad un'ottimizzazione dei parametri d'interesse volta a conseguire un valore aggiunto in un'ampia

varietà di situazioni. La seguente simulazione ha invece perseguito una logica opposta, mirando all'ottimizzazione della performance del portafoglio in un'ottica temporale più ristretta, considerando sottoperiodi all'interno del campione, e procedendo all'individuazione dei valori ottimali dei parametri d'interesse per ciascun intervallo.

Una simile decisione è maturata in seguito alla necessità di determinare i massimi margini di profitto ottenibili con la selezione basata sulla forza relativa, valutando contestualmente l'effetto di una siffatta scelta sul rischio connesso al portafoglio.

Tali considerazioni hanno pertanto indotto la decisione di accantonare in questa circostanza il criterio di valutazione utilizzato nelle elaborazioni svolte in precedenza, puntando invece alla massimizzazione della performance fine a sé stessa in ciascun periodo, prescindendo quindi dal grado di volatilità del portafoglio e massimizzando quindi:

$$\max_{\lambda, \mu} PF_t(\lambda, \mu).$$

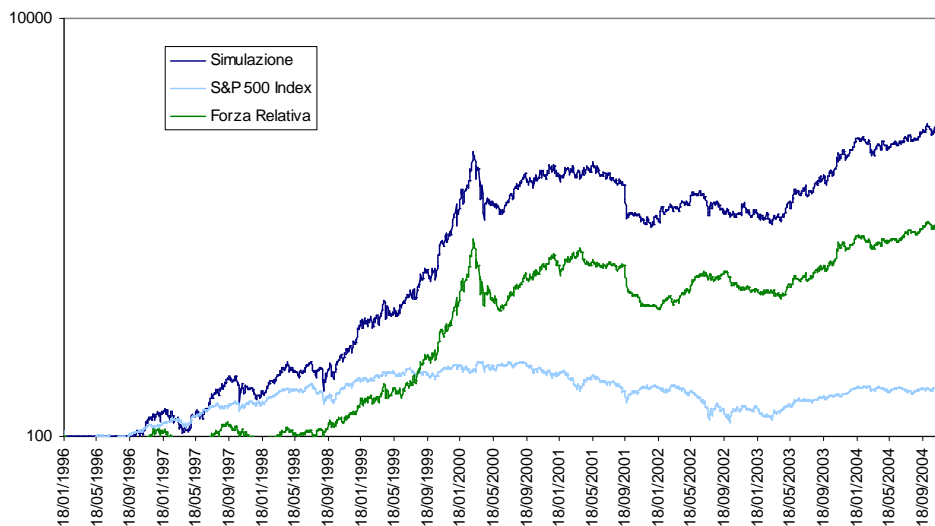
Conseguentemente si è scelta una strategia più aggressiva di quella adottata finora, componendo il portafoglio con tre soli titoli ad ogni aggiornamento. Nella selezione dei titoli, il cui campione è costituito dagli stessi gruppi provenienti dall'indice S&P 500 fin qui analizzati, si è optato per l'utilizzo del metodo di calcolo con le medie mobili esponenziali come applicato nella sezione 2.2. Una simile scelta è stata dettata da ragioni di natura sia operativa sia concettuale.

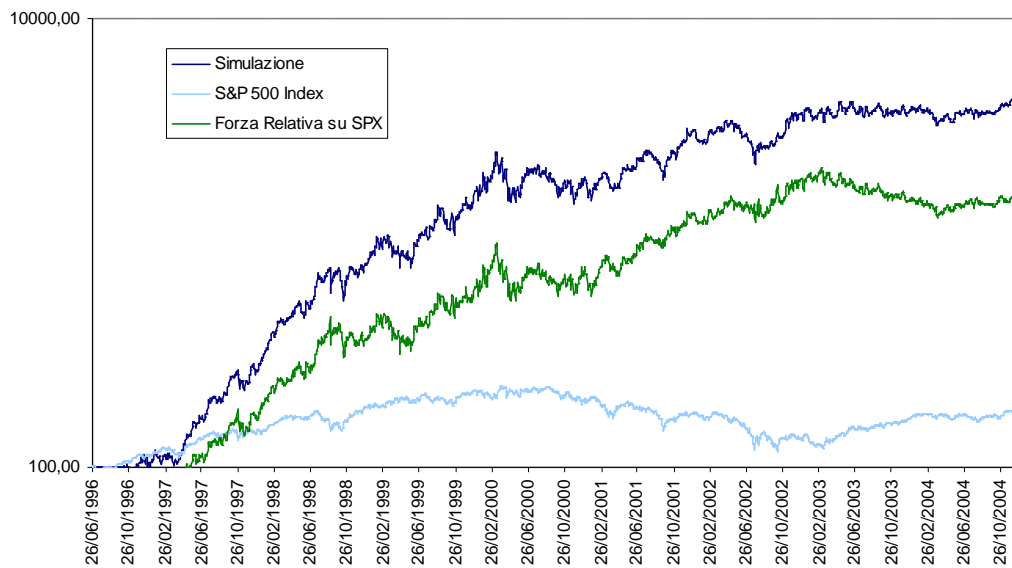
Infatti, se da un lato il calcolo di medie mobili semplici avrebbe comportato tempi di esecuzione maggiori, dall'altro si è verificato empiricamente che i rendimenti ottenuti sullo stesso campione sono risultati maggiori utilizzando la computazione imperniata sulle medie mobili esponenziali.

Il procedimento attuato nella simulazione consta in primo luogo nella determinazione dei due ordini ottimali di media mobile sui primi due anni della serie, calcolando in seguito la performance del portafoglio nei sei mesi successivi sulla base di questi parametri.

Successivamente viene ripetuta l'ottimizzazione della performance su una nuova finestra temporale di ampiezza pari a due anni, escludendo le osservazioni più datate e introducendo nella computazione i dati più recenti, seguendo quindi una procedura *rolling* su periodi semestrali fino al termine del periodo campionario, permettendo così di scegliere in corrispondenza di ogni sottoperiodo gli ordini di medie mobili più efficaci nel contesto delle singole fasi.

I risultati conseguiti tramite l'applicazione di una simile metodologia possono essere visualizzati nella figura seguente, che illustra l'andamento della media delle performance dei portafogli composti su ognuno dei cinque gruppi rispetto ai rendimenti ottenuti con l'applicazione delle medie mobili esponenziali esposta nella sezione 2.3:





La figura permette di evidenziare come la performance ottenuta con un metodo teso alla sua ottimizzazione in un orizzonte temporale più ravvicinato risulti penalizzante in termini sia di rischio sia di rendimento del portafoglio. Infatti, se da un lato è lecito attendersi che la scelta di un portafoglio più aggressivo composto con tre soli titoli presenti una volatilità più marcata di una strategia che includa sei azioni, appare invece meno scontato rilevare come i rendimenti garantiti dal nuovo approccio risultino minori di quelli ottenuti con l'applicazione di una sola coppia di medie mobili esponenziali per l'intero campione. Infatti, il raffronto diretto tra i grafici suggerisce immediatamente come il reiterato cambio dei parametri influisca negativamente sul rischio connesso al portafoglio, destabilizzando l'andamento della serie in particolar modo nei periodi di contrazione nella serie del *benchmark*. La scarsa efficacia del criterio di selezione che si manifesta allorché il mercato presenta fasi di trend decrescente sembra imputabile alla maggiore probabilità, in corrispondenza di continue variazioni degli ordini di medie mobili, d'includere titoli che abbiano subito perdite tali da inficiare significativamente la performance del portafoglio.

La ragione di una simile difficoltà della strategia nel conseguimento di un valore aggiunto in tali fasi risiede nello sfasamento temporale presente tra periodo di aggiornamento dei titoli e momenti di cambio degli ordini delle

medie mobili. Tale asincronismo implica che in fasi di tendenza al ribasso del mercato l'efficienza del sistema di *trading* sia minata dalla selezione per alcuni periodi di titoli che presentano andamenti negativi in presenza di particolari valori dei parametri, e l'effetto di queste inefficienze risulta ulteriormente amplificato dalla scelta di tre titoli per portafoglio, in quanto tale decisione si traduce nell'assegnazione a titoli che presentano scarsa redditività nelle suddette fasi di pesi maggiori di quanto non avverrebbe attuando strategie più prudenti.

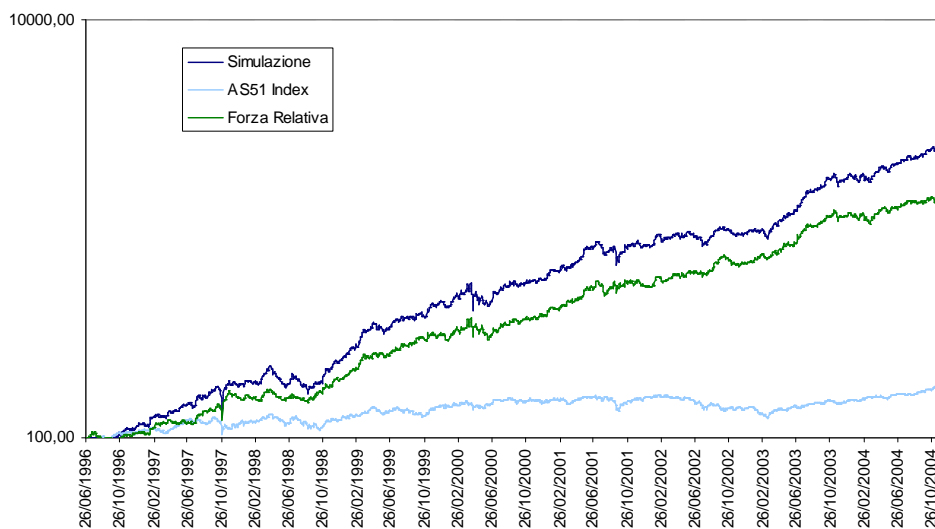
Una simile caratteristica, pur comportando una maggiore efficacia della metodologia *rolling* in fasi di trend di mercato rialzista (si osservi la serie relativa alla performance del portafoglio nell'anno 1999) unita a una maggiore capacità di generare un valore aggiunto in condizioni di mercato stabile, diversamente da quanto accaduto con le altre tecniche adoperate finora, ha quindi indotto a ritenere troppo ardita la strategia perseguita in questa circostanza, privilegiando quindi l'applicazione di medie mobili semplici ed esponenziali volte ad ottimizzare l'intero periodo campionario e tenendo conto anche del rischio connesso al portafoglio.

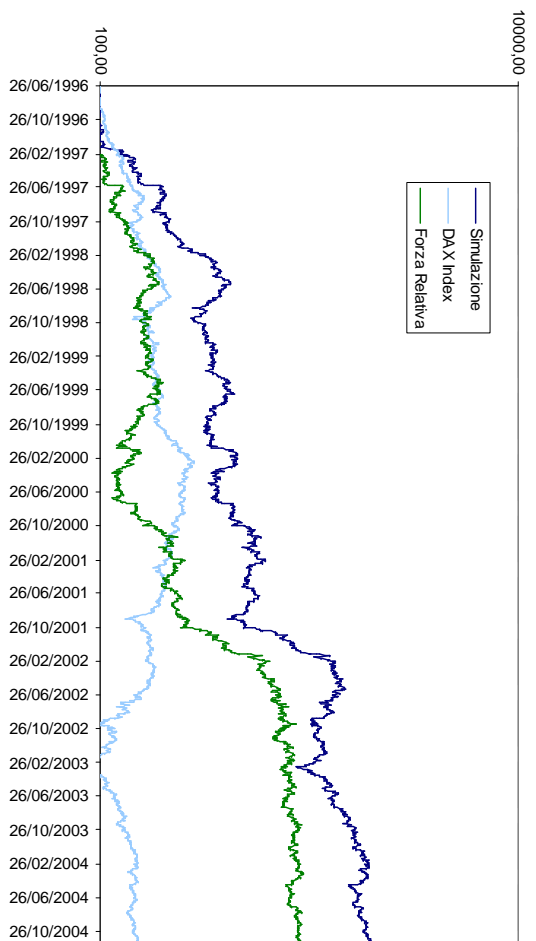
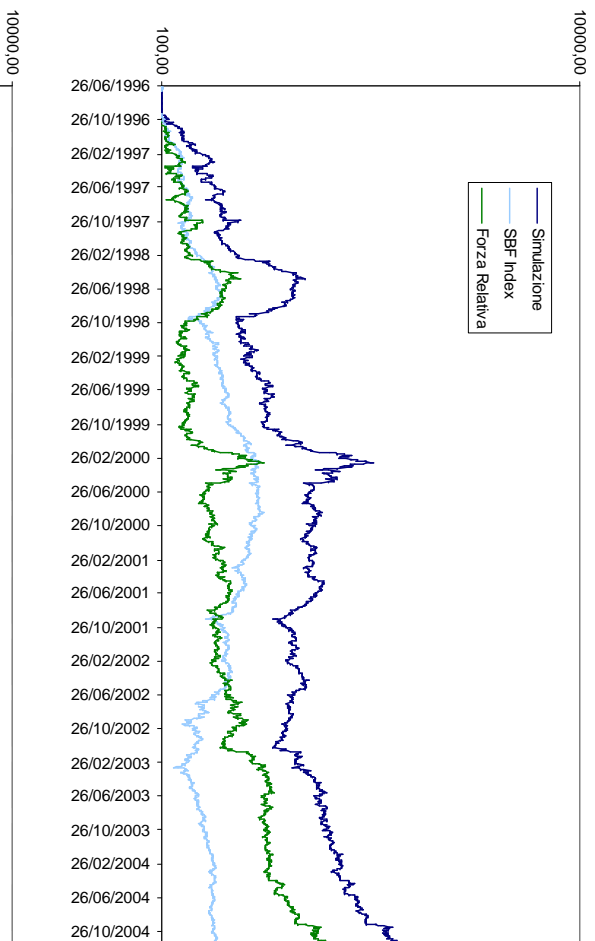
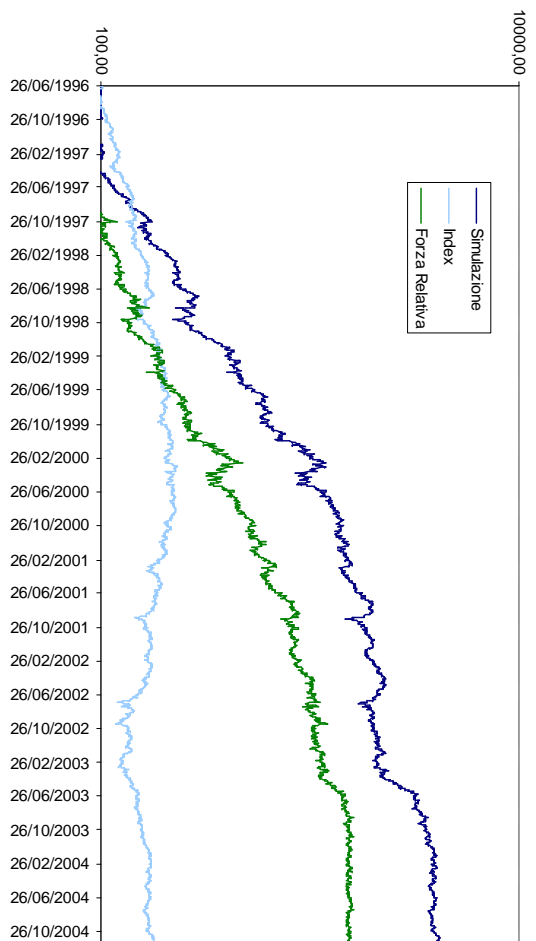
2.6 – Estensione della selezione con la forza relativa ad altri mercati

Finora tutte le analisi condotte per testare la validità dei metodi di selezione automatizzata basati sulla forza relativa hanno avuto come mercato di riferimento il mercato azionario degli Stati Uniti, segnatamente i titoli facenti parte dell'indice *Standard & Poor's 500*. Tuttavia, è ragionevole ritenere che le aziende operanti in finanza siano attive su vari mercati, al fine di diversificare i loro investimenti, cautelandosi così dalle ripercussioni sui mercati stessi di eventuali crisi economiche. Inoltre, ciascun mercato presenta delle peculiarità proprie, e si è inteso estendere le elaborazioni a più scenari al fine di valutare la bontà delle selezioni effettuate in condizioni quanto più possibile diverse tra loro, in maniera da non risentire significativamente di tali specificità.

A tal proposito si sono dunque effettuate nuove elaborazioni effettuate su gruppi di 100 titoli provenienti dai mercati di Cina, Australia, Francia e Germania, ottenendo le serie storiche dei titoli e dei rispettivi indici azionari tramite il software *Bloomberg* ed effettuando le simulazioni sul medesimo periodo campionario delle analisi condotte sull'indice S&P500. Il criterio di valutazione seguito per la valutazione dei valori ottimali dei parametri è quello esposto nella sezione 1.3, e analoga ai casi precedenti è anche la procedura d'analisi seguita. Si è scelto di utilizzare nel calcolo le medie mobili semplici al fine di valutare se i buoni risultati emersi con tale metodo in termini sia di performance sia di volatilità sul mercato azionario americano fossero replicabili in altri contesti.

Di seguito vengono riportate le performance ottenute in queste simulazioni rispettivamente per i mercati australiano, cinese, francese e tedesco:





I grafici suggeriscono che il metodo utilizzato sembra adattarsi in maniera ottimale ai titoli australiani e cinesi: in questi mercati infatti la strategia imperniata sulla forza relativa si dimostra particolarmente valida, e diversamente da quanto rilevato per i titoli dello S&P500 mostra un alto grado di efficacia anche in condizioni di mercato stabile. Anche la continuità delle performance positive ottenute e l'assenza in entrambi i casi menzionati di evidenti shock nella serie della forza relativa in corrispondenza di particolari eventi inducono a ritenere soddisfacenti i risultati emersi da questa simulazione.

Anche nei mercati europei si evince che al termine dell'investimento la strategia perseguita si rivela un metodo di selezione in grado di fornire un cospicuo valore aggiunto nei confronti del mercato. In questi casi la serie della forza relativa presenta però una volatilità più marcata, anche a causa della maggiore instabilità riscontrabile nei mercati di riferimento.

CAPITOLO 3

3.1 – Conclusioni

Le analisi condotte nel corso del Capitolo 2 hanno dimostrato che la selezione basata sulla forza relativa, pur rappresentando un approccio alla composizione del portafoglio giustificato essenzialmente dall'evidenza empirica, ha consentito il conseguimento di rendimenti significativamente superiori a strategie di gestione passiva in tutti i casi esaminati nel corso del tirocinio.

Tale caratteristica ha indotto DIAMAN a considerare gli esiti emersi durante il tirocinio decisamente lusinghieri in vista di applicazioni su fondi detenuti in gestione dall'azienda stessa. Infatti, nonostante gli esperimenti siano stati effettuati retrospettivamente sulla base di dati storici, non si sono utilizzate informazioni successive all'ultima data inclusa nel campione se non nella composizione dei gruppi di titoli appartenenti all'indice S&P500. Poiché il contributo di questa suddivisione può ritenersi marginale ai fini delle elaborazioni condotte, si può pertanto ritenere che gli esiti riportati nel Capitolo 2 siano emersi da analisi *ex ante*. L'importanza cruciale di questa osservazione si palesa principalmente nell'assimilazione dei contesti sperimentali ad applicazioni reali, in forza dell'assenza d'influenza di fattori susseguenti sulle selezioni effettuate. Eventuali effetti spuri indotti dall'utilizzo di conoscenze successive avrebbero infatti potuto comportare cambiamenti nella costituzione del portafoglio, minando così la significatività delle simulazioni svolte che viene così ad essere giustificata dal suo stesso utilizzo, come sovente accade per metodologie di *trading* che traggono le proprie premesse da logiche di tipo meramente operativo.

Inoltre, i buoni adattamenti presentati dal principio di selezione applicato in tutte le situazioni sperimentali considerate inducono a ritenere che, ancorché il criterio operativo seguito sia di natura squisitamente empirica, sussista una concreta possibilità di conseguire guadagni sistematicamente superiori

alla media di mercato mediante tecniche tese allo sfruttamento della persistenza dei titoli e delle fasi di inefficienza dei mercati azionari.

La metodologia di selezione basata sulla forza relativa non è tuttavia l'unica modalità di scelta dei titoli a trarre le proprie premesse da considerazioni simili. Varie volte però la validità di tali strategie si è dimostrata giustificata dal suo stesso utilizzo, caratteristica comune a diversi approcci sistematici la cui efficienza è dimostrata solo a posteriori.

BIBLIOGRAFIA:

M. PRING , “Technical Analysis Explained”, 2002

R. C. HIGGINS, “Analysis for Financial Management - 3rd Edition”, 1992

A. SHLEIFER, “Inefficient Markets: An Introduction to Behavioral Finance”, 2000.

R. C. GRINOLD e R. N. KAHN, “Active Portfolio Management: A Quantitative Approach to Providing Superior Returns and Controlling Risk - Second Edition”, 2000

G. M. GALLO e B. PACINI, “Metodi quantitativi per i mercati finanziari”, 2002.

RINGRAZIAMENTI

Ritengo doveroso rivolgere il primo e più sentito ringraziamento ai miei genitori per il costante sostegno che mi hanno dato in questi anni durante i momenti di difficoltà. E' soprattutto per merito loro se sono giunto a questo traguardo. Non posso inoltre esimermi dal ringraziare mia sorella, i miei nonni e tutta la mia famiglia.

In secondo luogo, desidero riservare un caloroso grazie a Daniele Bernardi per il fondamentale aiuto e la disponibilità che ho ricevuto nel corso dell'intero stage. Colgo l'occasione anche per ringraziare tutti coloro con i quali ho collaborato nel corso del tirocinio, per avermi consentito di trarre insegnamenti importanti da questa esperienza.

Vorrei quindi ringraziare il prof. Francesco Lisi per il supporto fornitomi nel corso della stesura della relazione e per i suoi consigli che, anche se talvolta di natura critica, si sono rivelati poi determinanti ai fini della riuscita del presente elaborato.

L'ultimo ringraziamento, ma non per questo il meno importante, non può che essere dedicato agli amici e i compagni di corso con cui ho avuto modo di condividere questi tre anni.

