



Università
Ca' Foscari
Venezia

Corso di Laurea magistrale
in Economia e Finanza

Tesi di Laurea

Analisi tecnica e trading systems

Sviluppo di un sistema di trading
automatico basato sulla conformazione
grafica a bandiera

Relatrice / Relatore

Ch.ma/Ch. Prof.ssa/Prof. Claudio Pizzi

Laureanda/o

Mattia Parro
Matricola 834191

Anno Accademico

2019 / 2020

SOMMARIO

| | |
|---|-----------|
| Introduzione..... | 3 |
| Capitolo 1 – Analisi Tecnica o Analisi Fondamentale?..... | 5 |
| 1.1 Definizione di Analisi Tecnica..... | 6 |
| 1.2 Il mercato sconta tutto | 6 |
| 1.3 I prezzi si muovono all'interno di un trend | 8 |
| 1.4 La storia si ripete | 10 |
| 1.5 La teoria di Dow..... | 11 |
| 1.5.1 Gli indici scontano tutto | 12 |
| 1.5.2 Il mercato ha tre trend | 12 |
| 1.5.3 Il trend primario ha tre fasi..... | 15 |
| 1.5.4 Gli indici si devono confermare a vicenda | 17 |
| 1.5.5 Il volume deve confermare il trend | 18 |
| 1.5.6 Il trend rimane confermato fino a chiara prova contraria | 18 |
| Capitolo 2 – Metodi di analisi dei prezzi e delle tendenze..... | 20 |
| 2.1 Formazioni grafiche dei prezzi | 20 |
| 2.1.1 Formazioni grafiche di continuazione..... | 21 |
| 2.1.2 Formazioni grafiche di inversione..... | 30 |
| 2.2 Indicatori ed oscillatori | 35 |
| 2.2.1 Momentum | 36 |
| 2.2.2 Moving Average Convergence Divergence (MACD) | 40 |
| 2.2.3 Average directional Index (ADX)..... | 41 |
| Capitolo 3 - Realizzazione di uno script basato sulla conformazione grafica a bandiera | 44 |
| 3.1 Introduzione | 44 |
| 3.2 l'implementazione dell'algoritmo | 48 |
| 3.3 Dataset..... | 52 |
| 3.4 Applicazione dell'algoritmo ai principali indici di mercato | 63 |
| 3.5 L'ottimizzazione dei dati di input: la Particle Swarm Optimization..... | 69 |

| | |
|--|----|
| <i>Conclusione</i> | 75 |
| <i>APPENDICE 1: lo script</i> | 77 |
| <i>APPENDICE 2: lo script con trailing stop loss</i> | 81 |
| <i>APPENDICE 3: flag modificata per l'ottimizzazione</i> | 85 |
| <i>APPENDICE 4: script buy & hold di confronto</i> | 86 |
| <i>Bibliografia e sitografia</i> | 87 |

Introduzione

Alla base dello studio di seguito proposto vi è la ricerca di una nuova strategia di trading automatizzato basata sullo studio del grafico dei titoli prescelti attraverso l'analisi tecnica.

In particolar modo il codice creato si baserà sugli studi dei ricercatori *W. Leigh, R. Purvis, J.M Ragusa* e ripresi successivamente dagli studi di *R. Arévalo, J. García, F. Guijarro, A. Peris, Jar-Long Wang, Shu-Hui Chan, R. Cervelló-Royo, F. Guijarro e Karolina Michniuk*, i quali hanno tentato di scoprire regole di investimento mediante l'utilizzo della conformazione grafica a bandiera, specialmente nella sua connotazione rialzista, creando una matrice dei pesi che andasse a collocare nelle varie celle il percorso dei prezzi del periodo antecedente l'analisi.

Basandosi quindi su tali studi, si cercherà di realizzare uno script attraverso il linguaggio di programmazione R che fornisca segnali di ingresso e di uscita dal mercato in modo totalmente automatizzato e quanto più efficacemente possibile.

Visto il poco tempo ormai a disposizione nelle vite di tutti, la creazione di un codice che in autonomia, semplicità e pochissimo tempo, il tempo di un clic, esamini la serie storica dei titoli scelti e fornisca segnali di acquisto degli stessi anche agli investitori meno esperti, è uno degli obiettivi di tantissimi trader.

Il pensiero che, con un rischio ridotto, molte persone potessero avvicinarsi al mondo degli investimenti finanziari anche con una bassa conoscenza dello stesso, dà le linee guida al presente elaborato, atto a ricercare e creare qualcosa che possa essere alla portata di tutti e quanto meno rischioso possibile.

Una delle paure principali delle persone è, infatti, quella di incorrere in perdite consistenti andando quindi a danneggiare i risparmi così difficilmente accumulati.

L'obiettivo del lavoro svolto è, perciò, quello di implementare le idee dei ricercatori citati in precedenza ed andarne a modificare alcuni parametri, migliorarli e tradurre tutto in un linguaggio di programmazione open source che possa essere accessibile a tutti e, che possa efficacemente gestire i risparmi e creare delle entrate supplementari in maniera completamente automatica.

L'elaborato sarà quindi sviluppato in 3 capitoli. Nel primo capitolo saranno enunciate le principali differenze tra l'analisi tecnica e l'analisi fondamentale, soffermandosi poi sulla prima e descrivendone i principi cardine e facendo riferimento alla storia della stessa.

Nel secondo capitolo si entrerà, nel dettaglio, nello studio dell'analisi tecnica, elencando i vari tipi di analisi possibili attraverso la stessa e descrivendo i principali indicatori, nonché le principali figure che consentono un'analisi prettamente visiva del grafico: le cosiddette conformazioni grafiche.

Nel terzo capitolo infine, sarà illustrato dettagliatamente il codice creato, spiegando i passaggi seguiti dallo script per giungere alla generazione di segnali di ingresso nel mercato.

Inoltre, si provvederà ad analizzare e testare quanto creato in alcuni dei principali indici di mercato a livello mondiale, confrontando i rendimenti di mercato con i rendimenti ottenuti attraverso l'utilizzo della strategia basata sul *bull flag pattern*.

L'elaborato si concluderà verificando se quanto creato possa essere considerato come un buon *trading system* che consenta di coniugare dei rendimenti superiori a quanto fatto dal mercato con un rischio che possa essere considerato accettabile dall'investitore medio.

Sarà verificato inoltre se vi siano dei valori di input che consentano di minimizzare i rischi di incorrere in perdite e che al contempo consentano di massimizzare i profitti derivanti dall'ingresso nel mercato.

Capitolo 1 – Analisi Tecnica o Analisi Fondamentale?

Quando si parla di analisi dei mercati finanziari non si può che far riferimento alle due principali metodologie di studio: l'analisi fondamentale e l'analisi tecnica.

L'analisi fondamentale è una tecnica di valutazione degli strumenti finanziari attraverso lo studio del loro valore intrinseco e la ricerca quindi del prezzo "corretto", mediante l'utilizzo di tecniche contabili, statistiche ed econometriche.

Attraverso l'analisi fondamentale si cerca di individuare i titoli sottovalutati o sopravvalutati dal mercato al fine di operare conseguentemente tramite acquisto o vendita allo scoperto delle stesse, fino a che lo stesso mercato non ne riconoscerà l'errata valutazione datagli in precedenza e poter positivamente chiudere la posizione.

Mentre l'analisi fondamentale si basa su un approfondito studio del titolo oggetto di analisi per verificarne la solidità finanziaria, la capacità di crescita e la valutazione datagli dal mercato al fine di rilevare incongruenze tra *fair value* e prezzo effettivo; l'analisi tecnica fa riferimento a considerazioni di natura molto più psicologica. Chi predilige l'analisi tecnica, infatti, sfrutta ciò che l'analisi fondamentale non considera, ossia le tendenze dei prezzi nelle attività quotate. Oltre ad essere applicabile a qualunque tipo di mercato, purché gli scambi siano liberi e regolamentati, richiede molti meno dati di quelli necessari agli analisti fondamentali, potendo infatti essere applicata avendo solamente a disposizione notizie relative ai prezzi ed ai volumi dei titoli trattati nei mercati, dati di facile reperimento anche attraverso i media.

L'analisi tecnica inoltre, fornisce indicazioni immediate e basate su dati quotidiani, utilizzabili poi nella compravendita quotidiana, mentre molte caratteristiche fondamentali sono poco note ed a scadenza molto dilazionata (basti pensare che le analisi vengono effettuate sui dati di bilancio trimestrali forniti dalle società), tanto da renderle poco utilizzabili per lo sfruttamento dei movimenti di mercato nel breve periodo.

Tutto ciò però, non sta a significare che una delle due sia migliore dell'altra, tutto varia infatti in base al trader, alla sua propensione al rischio ed al suo modo di operare nei mercati. In molti casi, un contemporaneo utilizzo delle due analisi può aiutare a comprendere il motivo della variazione dei prezzi (nel caso di utilizzo di analisi tecnica) o a confermare che l'analisi svolta sia stata eseguita correttamente e che quindi il mercato si stia adeguando al valore reale del titolo (nel caso di analisi fondamentale).

Entrambe le tecniche possono essere utilizzate per operare a breve, medio e lungo termine, nonostante le due siano considerate diametralmente opposte. Vista però la necessità di minori informazioni, la più semplice reperibilità dei dati, il fascino dello studio grafico ed un migliore timing che consente di entrare nel mercato nel momento migliore, si è scelto nell'elaborato di sviluppare l'analisi tecnica.

1.1 Definizione di Analisi Tecnica

“Lo studio tecnico degli investimenti deriva dalla convinzione che il mercato azionario segua delle tendenze determinate dai comportamenti mutevoli degli investitori, con riguardo a una serie di fattori economici, monetari, politici e psicologici. L'arte dell'analisi tecnica, perché di arte si tratta, consiste nell'identificare un cambiamento di tendenza a uno stadio iniziale, e nel mantenere la posizione di investimento fino a quando l'evidenza dei fatti non prova che la tendenza stessa si è di nuovo invertita.

Attraverso lo studio di precedenti punti di svolta del mercato è possibile evidenziare alcune caratteristiche che servono ad individuare i principali massimi e minimi. L'analisi tecnica si basa quindi sull'assunto che la gente continuerà a commettere sempre gli stessi errori del passato. I rapporti umani sono estremamente complessi e non si ripetono mai nelle stesse combinazioni. Il mercato azionario, che è uno specchio dell'agire umano, non ripercorre mai un andamento in modo esattamente identico; ma il ripresentarsi di caratteristiche simili è sufficiente a permettere all'esperto di individuare i momenti critici principali.

Dal momento che è impossibile concepire un solo indicatore capace di segnalare tutti i punti di svolta ciclici, l'analisi tecnica ha costruito una serie di strumenti per riconoscere tali circostanze”¹.

1.2 Il mercato sconta tutto

“Il mercato sconta tutto” è uno degli assunti basilari per una chiara comprensione dell'analisi tecnica. Infatti, l'analista si muove nella convinzione che nei prezzi degli

¹ MARTIN J. PRING (1995) – *Analisi tecnica dei mercati finanziari*, McGraw Hill, p. 2

strumenti finanziari oggetto di analisi, siano già incorporati pienamente tutti quei fattori di tipo politico, fondamentale, psicologico ecc., che influenzano l'andamento del mercato. Di conseguenza, tutto ciò che viene richiesto all'analisi tecnica previsionale è lo studio dei movimenti dei prezzi.

Ciò a cui gli analisti tecnici asseriscono infatti, è quello che sta alla base di tutte le previsioni economiche fondamentali: il movimento dei prezzi dei mercati riflette le variazioni nell'equilibrio domanda/offerta.

Più la domanda di un prodotto finanziario aumenta arrivando a superarne l'offerta, più il prezzo di tale strumento dovrebbe aumentare, per poter riportare nuovamente l'equazione in equilibrio.

Viceversa, una diminuzione della domanda dovrebbe comportare un calo del prezzo dello strumento offerto in modo da renderlo nuovamente appetibile per gli investitori.

Infine, l'analista tecnico giunge alla conclusione che se i prezzi stanno aumentando è perché la domanda del prodotto è superiore all'offerta e i fondamentali saranno sicuramente rialzisti e viceversa.

Poiché nel contesto dell'analisi tecnica è normale, tutto ciò non deve destare sorpresa, dato che l'analista vede indirettamente i fondamentali. La maggior parte degli analisti tecnici infatti concorda nell'affermare che la forza intrinseca fra domanda e offerta influenzi il mercato al rialzo e al ribasso e che tale forza sia uno dei principi economici fondamentali. Di per sé infatti un grafico non fa salire o scendere il mercato, ma rispecchia solamente la tendenza rialzista o ribassista dello stesso.

Solitamente gli analisti tecnici non si preoccupano dei motivi di tali rialzi o di tali flessioni del mercato: infatti, è spesso difficile risalire al motivo per cui il mercato, arrivato a determinati punti critici, prenda improvvisamente la direzione opposta.

Di primo acchito l'approccio tecnico allo studio del mercato può sembrare alquanto semplicistico, ma la logica secondo la quale "il mercato sconta tutto", acquista importanza attraverso l'esperienza individuale e dimostra che tutto ciò di cui necessita l'analisi tecnica è lo studio dei prezzi di mercato.

Per mezzo dello studio dei grafici, supportato dai vari indicatori tecnici, gli analisti riescono a capire con anticipo quale direzione il mercato stia prendendo, senza dover ricorrere all'analisi delle motivazioni esterne allo stesso prezzo.

1.3 I prezzi si muovono all'interno di un trend

Compito dell'analista tecnico è quello di individuare e classificare le tendenze dei prezzi sin dai loro primi movimenti, per poi investire nella direzione primaria. Si cercano di evitare quindi acquisti e vendite contrari al trend in atto seguendo un concetto tanto basilare quanto di fondamentale importanza: il trend va seguito fino a che non ci saranno chiari segnali di inversione della tendenza.

Ovviamente vi sono vari tipi di tendenze: tendenze al rialzo, al ribasso e laterali che rendono l'analisi del mercato alquanto difficile.

Nondimeno, a seconda del frame temporale che si intende seguire, le tendenze potrebbero anche essere contrarie: il mercato potrebbe avere una tendenza primaria – ricercata su periodicità settimanali – rialzista ed al contempo presentare una tendenza di breve termine – basata su osservazioni giornaliere o intraday – ribassista.

La ricerca del trend in atto è certamente la fase primaria, nonché la più importante dell'analisi del prezzo di qualsiasi titolo.

Tutti gli indicatori, le formazioni grafiche e qualsiasi strumento utilizzato in analisi tecnica, risulta pressoché inutile se utilizzato senza aver compreso quale sia la tendenza del mercato.

Per trend, infatti, si intende la tendenza da parte del prezzo di un titolo a muoversi nella stessa direzione nel corso del tempo – sia essa una tendenza di lungo, medio o breve periodo.

Vi sono essenzialmente tre direzioni del mercato:

- Trend ascendente (*up-trend*): una sequenza di massimi e minimi crescenti in un determinato periodo di tempo;

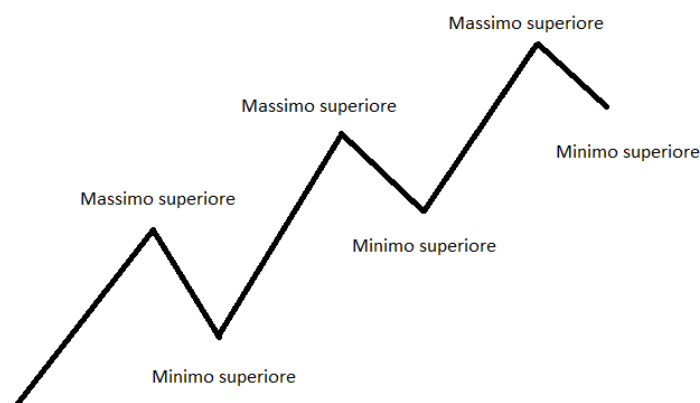


Figura 1 - Trend ascendente

- Trend discendente (*down-trend*): una sequenza di massimi e minimi decrescenti in un determinato periodo di tempo;

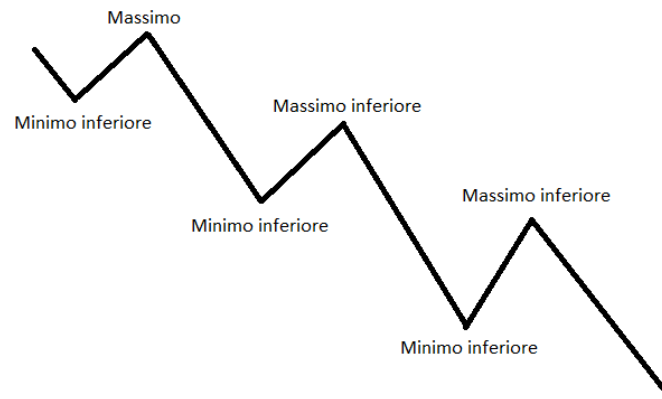


Figura 2 - Trend discendente

- Trend laterale: in questo particolare caso, il mercato non ha una direzione al rialzo al ribasso ma presente una sequenza di massimi e minimi stazionari.

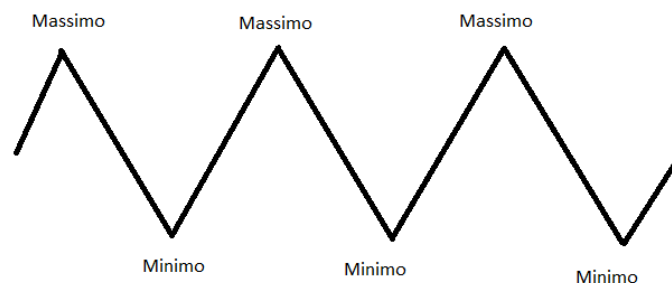


Figura 3 - Trend laterale

Una volta individuato il trend in atto è opportuno tracciare delle trendline per identificare i livelli di supporto e resistenza dei prezzi, collegando tra loro i massimi e/o i minimi (solitamente in caso di trend ascendente si collegano i minimi, che diventano un supporto; in trend discendente vengono collegati i massimi), al fine di individuare potenziali punti di ingresso nel mercato o, nel caso in cui la trendline di supporto (o resistenza) venga rotta in direzione contraria rispetto al trend in atto, possibili inversioni della tendenza dei prezzi.



Figura 4 - Trendlines. In questo caso le due trendlines diventano supporti.

1.4 La storia si ripete

L'ultimo assunto - certamente non per importanza - si basa sulla convinzione che a stimoli identici corrispondano reazioni analoghe.

I mercati finanziari si possono definire quasi come una “palestra” per cercare di capire la psicologia delle masse: al verificarsi di determinati avvenimenti o in specifiche condizioni, la massa degli investitori tenderà ad agire sempre nello stesso modo. Così, per esempio, le tipologie di grafici che sono state identificate e classificate negli ultimi cento anni riflettono bene la psicologia del mercato nella sua tendenza al rialzo o al ribasso e sono risultate di notevole utilità sia nel passato che nel presente.

Partendo quindi dal fatto che i movimenti del mercato sono spesso ricorrenti, si può concludere che per capire il futuro, bisogna prima studiare il passato, poiché il futuro potrebbe esserne una ripetizione.

Ogni prodotto finanziario che acquistiamo è influenzato da stimoli esterni, le nostre stesse opinioni o il nostro stile di vita sono tutti influenzati da stimoli esterni. La fiducia, la paura, la speranza, l'euforia, il timore, sono tutte allo stesso modo frutto di percezioni esterne che nei mercati finanziari trovano terreno fertile. La diffusione sempre più ampia dei mass media, inoltre, sottopone l'investitore ad un enorme sovraccarico di informazioni, spesso in contraddizione tra di loro.

Un buon analista finanziario deve “avere il diritto di non essere informato”. Tuttavia, è certamente utilissimo conoscere la storia finanziaria, i crolli, i boom di borsa e le relative euforie finanziarie, poiché i prezzi sono la valutazione che il mercato dà di un titolo e tali

valutazioni sono espresse ed accettate dagli investitori. E tutto ciò si ripete in un ciclo continuo.

1.5 La teoria di Dow

L'analisi tecnica deve la sua comparsa a Charles Dow (1851-1902), che nel 1897 introdusse gli indici *Dow Jones Industrial Average* e *Rail Average*, ed è ritenuto da tutti il padre fondatore di tale disciplina.

Secondo Dow nulla è casuale e non esiste l'imprevedibilità assoluta, perciò il mercato segue delle tendenze. Tale idea gli venne osservando il mare ed i continui moti delle maree: ondate crescenti in dimensione e potenza segnalano l'arrivo dell'alta marea, mentre la bassa marea è anticipata da un affievolirsi progressivo della forza delle onde.

Da ciò, Dow derivò anche alcune regole generali dell'analisi tecnica: nella rappresentazione grafica dell'andamento dei prezzi di uno strumento finanziario, quando le fluttuazioni successive toccano punte sempre maggiori (il massimo continua a crescere) si può identificare una fase di trend crescente ("alta marea") al contrario, quando il susseguirsi di fluttuazioni assume valori via via inferiori, si può identificare come una fase negativa del mercato, un trend decrescente (o "bassa marea").

Come visto in precedenza quindi, la maggior parte degli analisti tecnici e degli studiosi dei mercati finanziari sono concordi nel ritenere che l'analisi tecnica, come la conosciamo oggi, trae origine dalle teorie proposte per la prima volta da Dow a cavallo tra il XIX e XX secolo e pubblicate tramite una serie di articoli nel *Wall Street Journal*.

Questi articoli riflettono le convinzioni di Dow su come il mercato azionario si sia comportato in passato e come il mercato possa essere utilizzato per misurare lo stato di salute del contesto in cui operano le imprese.

Dow riteneva che il mercato azionario nel suo complesso fosse una misura affidabile delle condizioni economiche a livello mondiale e che, analizzando il mercato globale, si potesse valutare con precisione tali condizioni, identificare la direzione di importanti trend di mercato e la probabile direzioni di singole azioni.

Attraverso questa teoria, Dow creò gli indici *Dow Jones Industrial* ed il *Dow Jones Rail Index* (attualmente *Transportation Index*) poiché convinto che fornissero un'accurata

indicazione delle condizioni dell'economia con copertura di due grandi settori economici: quello industriale e quello ferroviario.

Nonostante nel corso degli ultimi 100 anni questi indici siano cambiati, la teoria di Dow viene tuttora applicata ai moderni indici di mercato.

Molto di ciò che conosciamo oggi come analisi tecnica ha origine nella teoria di Dow ed è, quindi, di fondamentale importanza conoscerne i sei principi di base.

1.5.1 Gli indici scontano tutto

“Gli indici scontano tutto è l’affermazione che definisce la validità dell’analisi tecnica: il valore attuale di un indice contiene diversi elementi che hanno portato il prezzo ad assumere un certo valore e grazie alla conoscenza di questi elementi, ci si può fare un’idea della situazione presente che stiamo vivendo.” (Fare Forex, 2009)

I cambiamenti nei prezzi di chiusura giornalieri riflettono perciò, le decisioni aggregate e le emozioni, sia corrette che potenziali, di tutti gli operatori del mercato azionario. Si ritiene quindi, che questo processo sconti ogni possibile fattore riguardante la domanda e l’offerta, ad esclusione ovviamente di tutto ciò che non è prevedibile, come ad esempio terremoti ed altre calamità naturali.

Sinteticamente, tutto ciò che non può essere anticipato dal mercato viene quasi immediatamente assimilato nei prezzi.

Grazie al primo principio della teoria di Dow, l’analisi tecnica acquista un valore particolare che permette agli analisti di studiare la situazione attuale di mercato e di fare previsioni sulle future evoluzioni con un ristretto margine d’errore.

1.5.2 Il mercato ha tre trend

Prima di sviluppare il secondo principio della teoria di Dow, occorre far chiarezza sul significato di *trend*.

La risposta alla domanda “Che cos’è un trend?” sembra scontata e potrebbe essere riassunta come “il trend rappresenta la direzione del mercato”; in realtà invece tale risposta può essere sì semplicissima, ma anche estremamente complessa, tirando in ballo analisi di regressione o altri metodi statistici.

Nonostante l'indubbia utilità dei modelli matematici e statistici, il modo migliore per definire un trend risiede ancora nelle pubblicazioni di Dow dell'inizio del '900: per essere valido, un trend ascendente deve avere massimi crescenti e minimi crescenti, così come un trend discendente deve avere massimi decrescenti e minimi decrescenti.

Il volume inoltre deve confermare il trend. In fase di trend ascendente il volume deve aumentare nella fase di rialzo del prezzo e deve diminuire nella fase di correzione al ribasso.

Viceversa, in un trend discendente il volume deve aumentare nelle fasi di diminuzione dei prezzi mentre deve diminuire nelle correzioni al rialzo.

Dow divide i trend in tre categorie: il primario (*major trend*), il secondario (*secondary trend*) ed il minore (*minor trend*), paragonandoli, come visto in precedenza, alla marea, alle onde ed ai suoi frangenti.

Il trend primario era come la marea, il trend secondario (o di medio periodo) era paragonato alle onde che viaggiano con la marea mentre il trend minore veniva paragonato ai frangenti delle onde.

Ponendo dei segnali sulla spiaggia per indicare il punto più alto raggiunto da ogni onda, si poteva misurare la direzione della marea: se ogni punto si estendeva sempre più verso la spiaggia superando il precedente segnale, significava che la marea era ancora in fase crescente. Solo quando la marea non raggiungeva più il segnale iniziando a retrocedere dai punti più alti si poteva capire che la marea stava cambiando. Dow riteneva che le onde del mercato durassero per più di un anno.

Nella teoria di Dow il trend primario è senza dubbio quello più importante poiché è la tendenza principale del mercato e va quindi a colpire i movimenti dei prezzi delle azioni, impattando ed influenzando anche il trend secondario ed il trend minore.

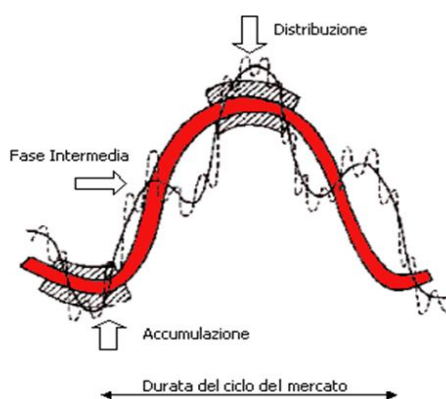


Figura 5 - Trend primario. (Fonte: M.J. Pring - Analisi tecnica dei mercati finanziari)

Il trend secondario rappresenta la correzione del trend primario e ne ha quindi un movimento spesso inverso: ha durata media che va da tre settimane a tre mesi e rappresenta solamente da 1/3 a 2/3 l'ampiezza totale del trend precedente. Molto spesso il rintracciamento - la correzione fisiologica di un movimento al rialzo - è di circa il 50% del movimento principale. Altra importante caratteristica del trend secondario è che i suoi movimenti hanno una maggior volatilità di quelli del trend primario.



Figura 6 - Trend secondario. (Fonte: M. J. Pring - *Analisi tecnica dei mercati finanziari*)

Il trend di breve periodo (*minor trend*) solitamente dura meno di tre settimane e rappresenta le fluttuazioni più brevi del trend secondario. A causa dell'orientamento principale sul lungo periodo della teoria di Dow ed alla natura a breve termine del minor trend, questo non ha un ruolo fondamentale secondo i seguaci della teoria. Il trend minore è però, tutt'altro che irrilevante: tale trend va guardato avendo in mente il quadro generale poiché questi movimenti di breve periodo sono parte integrante sia del trend primario che di quello secondario.

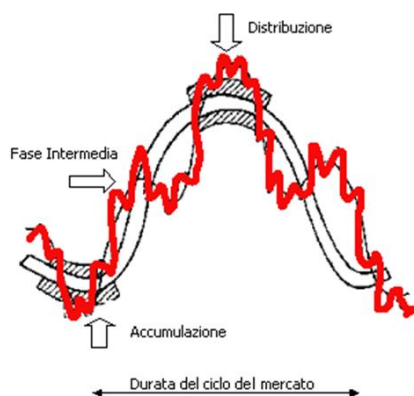


Figura 7 - Trend di breve periodo - *minor trend*. (Fonte: M. J. Pring - *Analisi tecnica dei mercati finanziari*)

1.5.3 Il trend primario ha tre fasi

Nel mercato possiamo individuare tre fasi distinte: una prima fase di accumulazione, una seconda fase di realizzazione ed una terza ed ultima fase, di distribuzione.

- **ACCUMULAZIONE:** la fase di accumulazione ha inizio al termine di una fase di ribasso del mercato (*bear market*) nel quale il prezzo è sceso notevolmente dirigendosi verso i minimi dell'ultimo anno (*52 week-low*) ed il rapporto fra numero di venditori e numero di compratori è di molto favorevole ai primi.

In questo caso occorre suddividere gli investitori in due macrocategorie: gli investitori principianti (la maggioranza di quelli operanti nel mercato) e gli investitori professionisti (o istituzionali). La principale differenza tra le due categorie è la psicologia dei loro investimenti: molti trader infatti saranno psicologicamente incapaci di aprire una posizione *long* dopo un lungo periodo di diminuzione dei prezzi ed alcuni investitori avranno addirittura mantenuto una posizione di acquisto lungo tutta la durata del periodo di ribasso dei prezzi nella speranza di un'inversione finale e con l'unica conseguenza quindi di subire perdite sempre maggiori, fino a quando le stesse non saranno più tollerabili. Con il passare del tempo vi saranno quindi sempre meno investitori con posizioni *long* da liquidare.

All'opposto i trader professionisti e con un orizzonte temporale più lungo potrebbero decidere di aprire una campagna di acquisto delle azioni che il pubblico ritiene di non riuscire più a mantenere, spinti dagli ormai bassissimi prezzi di acquisto e presentando quindi notevoli possibilità di profitto.

Ha inizio così una prima fase di accumulazione del mercato: il grande pubblico vende, anche se malvolentieri a causa delle cospicue perdite subite, dopo un lungo periodo di movimenti al ribasso agli investitori istituzionali che acquistano molto volentieri ad un prezzo "stracciato". Le azioni in questo caso si trasferiscono quindi dal pubblico ai professionisti.

La fase di accumulazione può durare anche molti anni, andando a creare un trend laterale del mercato (con massimi lineari e minimi lineari) con volumi di scambio bassi ed un livello dei prezzi sostanzialmente piatto.

La maggior parte dei trader, infatti, evita di operare su tali posizioni in quanto preferisce sfruttare il vantaggio di operare su molte attività finanziarie in un anno, piuttosto che

rimanere bloccata in un'unica posizione per un lungo periodo. La fase di accumulazione offre per i non professionisti poche opportunità di profitto e ci sarà per loro un maggiore interesse ad agire nella seconda fase: quella di realizzazione.

- **REALIZZAZIONE/PARTECIPAZIONE:** il semplice fatto che un'azione si trovi in un trend laterale del mercato non implica che i grandi investitori la stiano acquistando. Non esiste un modo per capire se gli investitori istituzionali abbiano rivolto l'attenzione ad un'azione nel corso del tempo in un contesto di trading range, oppure stiano accumulando posizioni altrove. Se un'azione che viene acquistata non è in una fase di accumulazione, si potrebbe non vederla mai passare alla successiva fase di trend rialzista (o ribassistista nel caso si sia in una posizione *short*).

Ponendo l'attenzione al caso di trend rialzista, la fase di realizzazione subentra quando il prezzo sfonda nettamente al rialzo, dopo un movimento al ribasso, un trading range prolungato, solitamente con un chiaro *breakout* (ossia la "rottura di un punto di resistenza") rispetto al range consolidato.

In questa fase ci si può inoltre aspettare un aumento del volume dovuto ad un *feedback loop* positivo (modello del comportamento dell'investitore nel quale il risultato rafforza le scelte iniziali), al riacquisto delle posizioni in perdita da parte degli scopertisti e agli acquisti sui *breakout* iniziali da parte dei nuovi acquirenti. Perché si entri nella fase di realizzazione occorre quindi che il prezzo registri un *breakout* rispetto ad un range prolungato.

Dalla definizione iniziale di analisi tecnica si evince che l'obiettivo principale è quello di riconoscere le inversioni di trend quanto prima possibile e continuare ad acquisire posizioni nella direzione del trend fino a quando il peso dell'evidenza non dimostri che si sia invertito.

All'inizio della fase di realizzazione, i trader più esperti iniziano ad acquistare azioni, seguiti a ruota dai trader principianti, spinti dalle notizie sempre più positive riportate dai giornali. Il volume aumenta, il prezzo sale favorito anche dal *feedback loop* positivo che costringe gli investitori *short* a coprire le posizioni.

Più passa il tempo e più investitori decidono di agire, fino a quando gli investitori professionisti non iniziano a vendere e a realizzare i profitti su azioni acquistate in fase di accumulazione, quando i prezzi erano molto bassi.

Ha inizio così la fine della fase di realizzazione: i professionisti smettono di acquistare e vendono al pubblico, il trend inizia a cambiare direzione entrando perciò nella terza ed ultima fase, quella di distribuzione.

- **DISTRIBUZIONE:** la fase di distribuzione inizia con gli investitori professionisti che cominciano a vendere le azioni comprate durante la fase di accumulazione a prezzi molto bassi, al pubblico formato dai piccoli investitori e da trader avidi e accaniti i quali, osservando solamente la continua ascesa del prezzo, continuano aggressivamente ad aprire posizioni lunghe.

Durante quest'ultima fase possono verificarsi due situazioni: una prima situazione che potremmo definire "di stabilità", nella quale il prezzo forma un trading range prolungato molto simile a quello della fase di accumulazione, quando si verifica una fase di *feedback loop negativo* e consolidamento del range dopo una forte crescita del prezzo; e una seconda situazione, molto più volatile rispetto alla precedente, nella quale gli acquirenti si fanno "accecare" dalle emozioni e dalle continue buone notizie sulle azioni seguite, oltre che da un continuo aumento dei prezzi che continua a spingere l'azione in un'ascesa quasi verticale. Alla fine, però, tutto quello che sale deve necessariamente scendere, e talvolta il calo dei prezzi avviene in maniera molto più violenta della crescita.

Che la fase di distribuzione si concluda con un *turnover* stabile delle azioni, oppure con uno violento, alla fine del ciclo di vita di un'azione il prezzo scenderà per ritracciare parte di quelli che sono stati i guadagni realizzati durante la fase di realizzazione e quindi di trend ascendente. Spesso i trader professionisti, durante la fase calante del prezzo, inizieranno a vendere allo scoperto, seguiti dai trader più esperti, con al lato opposto i piccoli investitori che, nella paura di realizzare le perdite correnti dovute alle posizioni *long*, continueranno a mantenere stabili le posizioni per tutto il trend discendente, fino a quando non riusciranno più a sopportare la sofferenza della perdita, e le rivenderanno al minimo, quando sarà nuovamente iniziata una nuova fase di accumulazione.

1.5.4 Gli indici si devono confermare a vicenda

Nella formulazione di questo quarto principio, Dow si riferiva specificatamente agli indici *Dow Jones Industrial* e *Dow Jones Rail*, sostenendo che nessun segnale rialzista o ribassista di una certa importanza poteva verificarsi se ci fosse stata una qualche divergenza nei due trend. Questo poiché sosteneva che indici simili dovevano avere una qualche tipo di

correlazione e quindi, entrambi dovevano superare un precedente massimo per segnare l'avvio, o la continuazione, di un trend rialzista. Ovviamente gli indici non devono dare una contemporanea e reciproca conferma del trend, ma una stretta vicinanza temporale è ritenuta come segnale di forza del trend primario.

1.5.5 Il volume deve confermare il trend

Il volume è estremamente importante per la conferma dei segnali dei prezzi, nonostante Dow gli riconoscesse solamente un valore secondario. Ciò che più importa sapere è che il volume dovrebbe espandersi nella direzione del trend: nel caso di trend dei prezzi ascendente, il volume degli scambi dovrebbe aumentare quando i prezzi salgono e diminuire durante i rintracciamenti. Viceversa, durante un trend negativo, questo dovrebbe espandersi in corrispondenza di una diminuzione dei prezzi, per poi comprimersi nei rimbalzi del *downtrend*.

1.5.6 Il trend rimane confermato fino a chiara prova contraria

Per Dow un trend rimane in atto fino a che non ci sarà una chiara prova della sua inversione. Tale regola, considerata come pilastro di questa teoria ed in relazione con la legge fisica secondo la quale un oggetto in movimento (in questo caso il trend) tende a rimanere in quella direzione finché una forza esterna gli fa mutare direzione, è considerata da molti critici come un grosso limite alla stessa poiché, seguendo alla lettera i principi di Dow, i segnali di ingresso e di uscita dal mercato risultano ritardati rispetto al momento di inizio (o di fine) del trend a cui si riferiscono.

Effettivamente, seguendo passo-passo tale teoria, la scarsa tempestività ridurrebbe le performance ottenibili rispetto ad un ipotetico trader che entrasse e uscisse esattamente all'inizio e alla fine del trend seguito.

Facendo riferimento a quanto scritto da *Martin J. Pring* nel suo libro *Analisi tecnica dei mercati finanziari*, si nota come un investitore che avesse investito 44\$ nel 1897 e fosse entrato e uscito dal mercato seguendo tutti i segnali forniti dalla teoria di Dow, avrebbe fatto crescere il suo investimento fino a superare i 51.000\$ nel 1990, contro una performance di soli 2.500\$ ottenuta da una semplice strategia *Buy & Hold*, caratterizzata da un solo acquisto (nel 1897) ed una sola vendita (nel 1990).

L'approccio seguito da Dow è coerente con un atteggiamento prudente nei confronti del mercato, infatti, secondo i suoi principi, per poter parlare di inversione occorre che si verifichi un'ipotesi in cui vengano a mancare i presupposti per la conferma del trend corrente (nel caso di mercato al rialzo, il nuovo massimo è inferiore al precedente, così come il nuovo minimo).

Se ciò non accade, il segnale fornito potrebbe non essere relativo all'inversione del trend, ma solamente al fatto che il mercato non presenta più una elevata forza di mantenimento della tendenza in atto.

Capitolo 2 – Metodi di analisi dei prezzi e delle tendenze

Nello studio dell'andamento dei prezzi attraverso l'analisi tecnica, i trader hanno a disposizione moltissimi strumenti di analisi: dall'analisi dei grafici attraverso l'osservazione delle formazioni grafiche dei prezzi, all'utilizzo di medie mobili di breve/medio/lungo periodo da confrontare con l'attuale movimento del prezzo, fino all'utilizzo di strumenti matematico/statistico, indicatori di momentum e attraverso gli oscillatori.

In questo capitolo si vedranno brevemente i principali metodi di analisi utilizzati dagli analisti tecnici per poi proseguire, nel prossimo capitolo, a sviluppare un trading system capace di fornire segnali di acquisto/vendita mediante l'utilizzo di tali metodologie.

2.1 Formazioni grafiche dei prezzi

Con il termine “formazioni grafiche dei prezzi” (*price patterns*) si intendono delle particolari figure - geometriche e non - che vengono individuate dai trader tracciando sui grafici archi, quadrati, cerchi, triangoli ecc.

Un *price pattern* fornisce un prezzo preciso per entrare nel mercato, un prezzo target di profitto nel caso la formazione grafica si completi, ed un prezzo di *stop loss* nel caso in cui questa non riesca a produrre il movimento atteso dei prezzi.

L'utilizzo delle formazioni grafiche dei prezzi per le decisioni di trading nasce da uno dei principi cardine dell'analisi tecnica, ossia che, così come la storia si ripete, anche i movimenti dei prezzi e le rispettive reazioni degli investitori si ripetono nel tempo.

Attraverso questi strumenti di analisi si ottiene il beneficio del timing rispetto all'utilizzo di oscillatori ed indicatori, che per loro natura offrono segnali “ritardati” rispetto ai movimenti dei prezzi. In questo caso infatti, è il trader che decide il punto in cui entrare nel mercato, il livello di *stop loss* ed il prezzo a cui puntare come obiettivo.

In letteratura vi sono principalmente due categorie di formazioni grafiche: le formazioni di continuazione nelle quali la figura segnala che con buona probabilità vi sarà una

continuazione del trend in atto e le formazioni di inversione nelle quali le figure segnaleranno probabili inversioni di trend.

2.1.1 Formazioni grafiche di continuazione

Le formazioni grafiche di continuazione solitamente indicano una pausa del trend in atto ed un conseguente movimento nella direzione precedente alla formazione di tali figure.

I *price patterns* di continuazione solitamente sono generati da movimenti dei prezzi di breve periodo e sono spesso suddivisi in formazioni di breve e medio periodo. Inoltre, occasionalmente le figure di continuazione possono tramutarsi in figure di inversione (tali casi sono però delle vere e proprie eccezioni).

Le formazioni più note sono sostanzialmente tre: triangoli, rettangoli e bandiere.

2.1.1.1 I triangoli

I triangoli sono tra le formazioni grafiche che con maggior frequenza gli analisti tecnici individuano durante lo studio dei grafici e vengono solitamente suddivisi in tre categorie: triangoli simmetrici, ascendenti e discendenti.

Tali tipologie hanno molto in comune ma offrono segnali di mercato diversi tra di loro.

Una delle caratteristiche principali e comuni ai tre tipi di triangoli è il loro fattore temporale: per formarsi solitamente impiegano da 1 a 3 mesi, mentre una figura che si forma in un periodo di tempo inferiore, probabilmente non verrà considerata come triangolo ma come altro pattern di breve periodo.

- *Triangolo Simmetrico*: questa configurazione presenta le trendlines che uniscono i massimi e i minimi del periodo convergenti. Più precisamente la trendline che unisce i massimi avrà pendenza negativa, mentre la linea che unisce i minimi presenterà una pendenza positiva. Generalmente tale configurazione viene considerata come *pattern* di continuazione: in buona parte dei casi se il trend è rialzista, dopo la formazione del triangolo vi sarà un aumento dei prezzi, viceversa il prezzo diminuirà (fig. 8).

Perché vi sia la realizzazione di tale *pattern* occorre che vi siano almeno quattro punti di reazione, ossia due massimi discendenti per la trendline superiore e due

minimi ascendenti per la trendline inferiore. Il limite massimo per la risoluzione della formazione è rappresentato dal vertice opposto alla base e solitamente i prezzi rompono le trendlines al rialzo o al ribasso tra i $\frac{2}{3}$ e i $\frac{3}{4}$ della distanza tra base e apice.

Una volta che avviene la rottura, in un trend positivo la linea di resistenza del triangolo fungerà da successivo supporto, mentre in un trend negativo il precedente supporto diventerà linea di resistenza.

Attenzione particolare va posta al criterio minimo di rottura della barriera: sarà necessaria almeno una rottura in chiusura, non intra-day.

Altro criterio fondamentale per la realizzazione del *pattern* è la conferma data dai volumi, che dovranno diminuire durante la fase di formazione delle onde interne (criterio valido per qualsiasi forma di consolidamento), per poi aumentare notevolmente sulla rottura delle *trendlines*. Ci si dovrà aspettare poi uno scarso volume durante il movimento di ritorno, con un graduale e costante aumento man mano che il trend si consolida.

Dall'analisi del volume, inoltre, nonostante questo diminuisca durante la formazione della figura, si può individuare il probabile successivo movimento: durante un *uptrend* il volume dovrebbe aumentare durante i rimbalzi e diminuire durante le correzioni (accade il contrario nel caso di *downtrend*).

Un grande vantaggio dato dalle formazioni grafiche dei prezzi è quello di fornire ai traders un obiettivo preciso di prezzo da raggiungere, rendendo semplice il piazzamento di un limite alla realizzazione dei profitti e ad un contemporaneo prezzo di *stop-loss*.

Tale obiettivo di prezzo viene posto proiettando la lunghezza della base del triangolo dal punto in cui i prezzi rompono le linee di supporto o resistenza (fig. 8). Il limite di *stop-loss* viene generalmente posizionato in corrispondenza delle trendline di supporto precedente².

² In caso di eccessiva distanza dal prezzo attuale viene consigliato l'utilizzo del valore dell'apice.



Figura 8 - Triangolo simmetrico con evidenza dell'obiettivo di prezzo. Aumento dei volumi nelle fasi di uptrend interne alla formazione grafica, che presuppongono una rottura al rialzo. Coca Cola Co., Lug. 2020 – Ago 2020

- TRIANGOLO ASCENDENTE:** il triangolo ascendente, così come il discendente, è una variante del triangolo simmetrico con caratteristiche previsionali diverse, con linea superiore piatta e linea inferiore ascendente e dimostra una maggiore aggressività da parte dei compratori a discapito dei venditori.

Tali caratteristiche forniscono alla figura una capacità previsionale prettamente rialzista: nella maggioranza dei casi, infatti, il prezzo incrocerà al rialzo la linea di resistenza piatta.

La rottura decisiva si avrà quando il prezzo chiuderà al di sopra della linea orizzontale superiore. Anche i volumi dovranno avere caratteristiche simili a quelli visti nella formazione grafica precedente: ci sarà una loro diminuzione durante il periodo di formazione della figura, con relativi aumenti durante le fasi di rimbalzo e diminuzione durante le correzioni, salvo poi aumentare notevolmente durante la decisiva rottura e man mano che il trend si consoliderà.

Anche per questo *pattern*, come per il precedente, la tecnica di misurazione e di fissazione degli obiettivi consiste nel proiettare la lunghezza della base sul prezzo di rottura della *trendline* (fig. 9 e 10).



Figura 9 - Triangolo ascendente con obiettivo di prezzo al ribasso. Volumi in diminuzione durante la formazione della figura, con picchi elevati durante la formazione dei minimi (segno di probabile rottura al ribasso). Campari SpA, Feb 2015 – Giu 2015



Figura 10 - Triangolo ascendente con obiettivo di prezzo al rialzo. Eni Spa, Nov 2009 – Gen 2010

- **TRIANGOLO DISCENDENTE:** ultima tipologia di formazione grafica a triangolo e speculare a quella appena vista. In questo caso la figura presenterà delle caratteristiche prevalentemente al ribasso, con linea inferiore di supporto piatta e linea superiore discendente con segnale di maggiore aggressività da parte dei venditori rispetto ai compratori.

Generalmente tale *pattern* fa la sua comparsa durante un trend negativo e ci si aspetterà quindi una rottura al ribasso, decisiva una volta che questa avviene in

chiusura. Il comportamento dei volumi è anch'esso speculare al precedente: durante la formazione della figura i volumi, sebbene bassi, vedranno una lieve diminuzione durante le fasi di rimbalzo ed un lieve aumento durante le correzioni. Una volta che il prezzo romperà la trendline al ribasso, i volumi aumenteranno notevolmente per poi, dopo una diminuzione durante le prime correzioni al rialzo, via via aumentare lungo il periodo di consolidamento del trend.

La tecnica di posizionamento dell'obiettivo di profitto e del limite alle perdite è la stessa vista in precedenza, con la proiezione della lunghezza della base dal punto di rottura della figura (fig. 11).



Figura 11 - Triangolo discendente con obiettivo di prezzo al rialzo. I volumi diminuiscono durante la formazione della figura, con picchi durante le fasi di rialzo – segno di probabile rottura della resistenza al rialzo. Stellantis (ex FCA), Gen 2013 – Apr 2013

Tuttavia, dopo aver analizzato le tre differenti tipologie di formazioni grafiche a triangolo, è doverosa una critica a ciò che viene largamente scritto in letteratura: è di fondamentale importanza non considerare le formazioni ascendenti e discendenti come esclusivamente rialziste o ribassiste. Va citato infatti che il principio dell'alternanza dei prezzi, in base a cui ad un periodo di espansione del range in ciascuna delle due direzioni ne segue uno di compressione, non dice in quale direzione alla fine il prezzo romperà. È quindi sempre preferibile considerare tali formazioni come prive di *bias* direzionali e di entrare nel mercato nel momento in cui il prezzo sfonderà il triangolo in qualsiasi direzione esso sia invece che cercare di predire in quale direzione il prezzo romperà.

2.1.1.2 I rettangoli

La formazione grafica a rettangolo è una delle figure più semplici da individuare e rappresenta una pausa del trend in cui i prezzi si muovono lateralmente ed ha le linee di supporto e resistenza orizzontali.

La formazione a rettangolo, chiamata anche *trading range* o *congestion area* è quindi un mero periodo di consolidamento del trend, che solitamente si conclude con la rottura delle trendline da parte dei prezzi nella direzione in cui è iniziato.

Presenta le stesse caratteristiche del triangolo simmetrico, fatta eccezione, come visto in precedenza, per la presenza delle trendlines parallele anziché convergenti; la realizzazione della formazione a rettangolo si avrà quando i prezzi chiuderanno al rialzo, o al ribasso, rispettivamente al di sopra o al di sotto delle linee di tendenza precedentemente esposte.

Attenzione particolare andrà posta, per evitare di correre il rischio di prevedere erroneamente la direzione in cui il trend riprenderà, nel volume degli scambi: vista la fluttuazione dei prezzi in ogni direzione durante la formazione, nel caso in cui il volume aumenti durante i rimbalzi, è probabile che il prezzo rompa al rialzo. Viceversa, nel caso i volumi diminuiscano durante i rimbalzi ed aumentino durante le correzioni, molto probabilmente il prezzo romperà al ribasso, dando inizio ad un nuovo *downtrend*.

Come per i triangoli, i rettangoli solitamente impiegheranno da 1 a 3 mesi per formarsi anche se sovente le formazioni possono arrivare a durare anni, facendole diventare dei veri e propri trend laterali.

Generalmente l'obiettivo di profitto, al pari delle formazioni grafiche viste in precedenza, è la proiezione dell'ampiezza del rettangolo dal punto di rottura della trendline di resistenza ed i precedenti livelli di resistenza assumeranno il ruolo di livelli di supporto (fig. 12).



Figura 12 - Rettangolo formatosi nel titolo Exor da Marzo a Novembre 2020. Si evidenziano picchi di volumi durante alcuni rimbalzi, segno di una probabile rottura della resistenza al rialzo. E' sempre necessario però attendere una decisa chiusura oltre le linee di supporto o resistenza per prendere posizione.

2.1.1.3 Bandiere e pennoni

Queste formazioni sono abbastanza comuni, appaiono tendenzialmente alla fine di un trend ed offrono la possibilità di impostare un obiettivo di profitto ben definito. Le bandiere ed i pennoni rappresentano entrambe brevi pause in mercati estremamente dinamici, caratterizzati da situazioni di profondo rialzo o ribasso.

La bandiera rialzista (*bull flag pattern*), che verrà analizzata in dettaglio nel prossimo capitolo dedicato alla creazione di un trading system di cui ne sarà parte fondamentale, si verifica solitamente dopo un movimento molto forte del mercato e ne rappresenta una pausa momentanea. I volumi dovrebbero diminuire durante la formazione della bandiera, che solitamente avrà direzione opposta rispetto al trend originario, salvo poi aumentare esponenzialmente nei momenti successivi alla rottura della trendline di resistenza (fig.13).



Figura 13 - Bandiera rialzista con aumento volumi in rottura resistenza e raggiungimento dell'obiettivo di Prezzo – Apple Inc., Nov 2014 – Feb 2015

Il pennone rialzista (*bullish pennant*) assomiglia moltissimo ad un triangolo simmetrico ma solitamente ha durata inferiore alle 3 settimane (talvolta possono avere periodi di formazione maggiori) e presenta la peculiare caratteristica di essere una pausa tra due movimenti molto marcati dei prezzi causati da elevata volatilità, che andranno a formare l'asta del pennone (in figura rappresentata dalla barra azzurra) e l'obiettivo di prezzo. Il volume si dovrebbe comportare allo stesso modo della bandiera, ed il movimento successivo a tale formazione dovrebbe avere un'estensione doppia rispetto al precedente.



Figura 14 - Pennone rialzista. Si noti come la figura sia a metà tra due movimenti molto marcati. I volumi sono molto bassi durante la formazione della figura. Fincantieri SpA, Mag 2017 – Giu 2017

Vista la tendenziale breve durata delle presenti formazioni (spesso da 1 a 3 settimane – nel caso di *downtrend* il periodo scende a 1-2 settimane), sono considerate come formazioni grafiche di breve periodo - anche se si vedrà nel capitolo 3 come la *bullish flag* può essere utilizzata per lo studio dei movimenti dei prezzi anche nel lungo periodo-.

Le cause che portano alla formazione di questi *pattern* grafici sono determinate dai movimenti esasperati e prolungati in una direzione che fanno aumentare moltissimo la volatilità. Un'elevata volatilità impedisce ai prezzi di proseguire costantemente nella medesima direzione portando alla creazione di un movimento laterale o di direzione opposta, in grado di smaltire gli eccessi di volatilità e dando al mercato la possibilità di ripartire.

Esattamente come per le formazioni precedenti, il completamento delle figure si avrà con la rottura in chiusura delle linee di tendenza che le delimitano.

Il sistema di calcolo del movimento e del prezzo obiettivo è simile per entrambe: è universalmente detto che tali figure “volino a mezz’asta” e che quindi si presentino all’incirca sul punto medio del movimento rialzista, o ribassista, che rappresenta l’asta ed il movimento di ripresa sarà all’incirca di estensione doppia rispetto a quello precedente la formazione.

La distanza in verticale, così come per i triangoli ed i rettangoli, sarà proiettata dal punto di rottura della figura.

2.1.2 Formazioni grafiche di inversione

Al contrario delle formazioni grafiche viste in precedenza, questo tipo di *pattern* grafici sono molto spesso dei segnali di un'inversione del trend in atto.

Tutte le formazioni di inversione presentano dei requisiti comuni:

- deve essere in atto un trend primario, rialzista o ribassista (il mercato deve avere qualcosa da invertire per poter parlare di *pattern* di inversione);
- vi sarà un primo segnale di inversione attraverso la rottura di una importante trendline;
- più ampio sarà il *pattern* che precede l'inversione, più forte sarà il successivo movimento dei prezzi;
- le formazioni di *topping* (nelle quali il trend comincia ad affievolirsi attraverso la presenza di massimi relativi via via inferiori) avranno una maggior volatilità e una durata inferiore rispetto a quelle di *bottoming*;
- nella fase rialzista i volumi saranno solitamente più elevati.

Vengono analizzate ora alcune formazioni grafiche di inversione.

2.1.2.1 Formazione testa e spalle

Il *pattern* "head and shoulders" è sicuramente la figura di inversione maggiormente conosciuta infatti, molte formazioni grafiche ne sono solamente delle semplici varianti. La "testa e spalle" rispecchia molto semplicemente il concetto di trend nel quale inizialmente una serie di massimi (minimi) perde potenza, l'*uptrend* (*downtrend*) si livella per un momento e domanda e offerta si bilanciano.

Al completamento della fase di distribuzione, i livelli di supporto orizzontali della formazione verranno rotti formando un nuovo *downtrend* (*uptrend*), con massimi e minimi decrescenti (crescenti).

Nella fase di formazione della testa si possono notare i primi segnali di probabile *pattern* "head and shoulders": i volumi, nonostante vi sia la presenza di un nuovo massimo, sono inferiori a quelli registrati nel precedente. La fisiologica correzione al ribasso scenderà al

di sotto del precedente massimo relativo ed andrà a livellarsi con il minimo registrato in precedenza, segnalando che qualcosa nell'*uptrend* (*downtrend*) sta mutando. Il mercato, quindi rimbalza con volumi ancora minori e non riesce a raggiungere il precedente massimo. Tutto ciò rappresenta già la metà dei requisiti per la creazione di un nuovo *downtrend* (*uptrend*).

Si potrebbe quindi tracciare una trendline orizzontale che congiunge i due minimi creatisi nella figura, che prenderà il nome di *neckline* (o linea del collo), ed il fattore decisivo per la conferma della formazione del *pattern* testa e spalle si avrà con la rottura in chiusura della suddetta linea del collo accompagnata da un aumento dei volumi post-rottura.

Dopo la rottura, vi sarà generalmente un ritorno dei prezzi verso la *neckline*, che fungerà ora da supporto, accompagnato da un indebolimento dei volumi.

Ciò che risalta maggiormente all'occhio nella formazione *head and shoulders* è che il massimo (minimo) corrispondente alla testa, sarà più elevato di quelli corrispondenti alle spalle. Ciononostante, la formazione, come visto in precedenza, non si considererà completa fino a che non vi sarà la rottura in chiusura della linea del collo, rendendo tra l'altro opportuna l'applicazione di criteri maggiormente restrittivi per la notifica decisiva della rottura della *neckline*, come ad esempio la permanenza sotto la linea per almeno due giorni consecutivi o l'utilizzo di un criterio di penetrazione³ oscillante tra l'1% e il 3%.

Altra considerazione molto importante a riguardo del volume è il suo comportamento durante la formazione del massimo che caratterizzerà la testa della figura: dovrà essere meno elevato rispetto a quello registrato durante la creazione della spalla sinistra, segnalando che la forza dei compratori (venditori) sta diminuendo. Di ulteriore maggiore importanza sarà la presenza di un volume di molto inferiore ai precedenti durante la formazione della spalla destra, accompagnato da un aumento esponenziale dopo la rottura in chiusura.

Come visto per le altre figure, l'obiettivo di prezzo sarà basato sull'altezza della formazione grafica mediante l'utilizzo della distanza verticale dalla testa alla linea del collo e la sua proiezione dal punto di rottura (maggiore è la volatilità, maggiore sarà la lontananza dall'obiettivo di prezzo).

³ Viene considerata come effettiva rottura della *neckline* la rottura che superi tale linea di almeno 1-3%. Se la *neckline* è ad un prezzo di € 100,00, per aprire la posizione si aspetta che il prezzo scenda almeno a 99, o salga almeno a 101 (nel caso di *head & shoulders* inverso)



Figura 95 - Testa e spalle con obiettivo di prezzo pari all'altezza della figura (in azzurro). I volumi sono inferiori durante la formazione della testa rispetto a quanto verificatosi nella formazione della spalla sinistra – Oracle Corp., Giu 2019 – Lug 2019



Figura 106 – Testa e spalle inverso – Microsoft Corp., Gen 2009 – Apr 2009. I prezzi iniziano un trend ascendente

2.1.2.2 Tripli massimi e minimi

Come si è visto in precedenza, molte delle particolarità del pattern *head and shoulders* sono applicabili ad altre figure. Una figura abbastanza insolita, come il triplo massimo o minimo, è solamente una variante della principale formazione testa e spalle. La principale differenza è che i tre massimi o tre minimi si trovano tutti alla stessa altezza mentre avrà comportamento identico il volume, che assumerà valori via via inferiori ad ogni

successivo massimo o minimo ed avrà un aumento esponenziale sul punto di rottura (fig.14).

Come per ogni formazione grafica, questa non sarà completa fino a che non vi sarà la rottura in chiusura della trendline di supporto (che durante la formazione della figura diventerà una resistenza) e l’obiettivo di prezzo sarà anch’esso pari all’altezza della figura proiettata dal punto di rottura.



Figura 17 - Triplo massimo e conseguente inversione di trend. Si noti come i volumi nella creazione del primo e secondo massimo siano simili, per poi diminuire drasticamente in corrispondenza del terzo massimo. Banca Generali, Mag 2015 – Giu 2015

2.1.2.3 Doppi massimi e minimi

Tale *pattern* è una formazione di inversione molto comune all’interno dei grafici, seconda per frequenza e riconoscibilità solamente al modello “testa e spalle”, con caratteristiche molto simili alla suddetta e ai tripli massimi e minimi, con l’unica differenza che ne ha solamente due.

La formazione del volume e l’obiettivo di prezzo vanno di pari passo a quelli visti in precedenza.



Figura 18- Doppio massimo e inversione ribassista con aumento dei volumi durante il ribasso – Stellantis (ex FCA) Gen 2018 – Mag 2018

2.1.2.4 Island Reversal

Tale formazione grafica è un *pattern* di inversione molto importante, caratterizzato da una candela, o un insieme di candele, isolato da due gap di segno opposto.

I prezzi talvolta, dopo la prima formazione di un *exhaustion gap*⁴, si muovono qualche giorno sopra al gap (nel caso di trend rialzista) o sotto al gap (se il trend è ribassista), prima di formare un altro gap (chiamato *breakaway gap*⁵) in senso contrario al moto in atto. Gli ultimi movimenti di prezzo rimangono quindi isolati come in una vera e propria isola (da qui il nome dato a questa formazione di inversione).

⁴ Gap che si realizza alla fine di un trend e che segnala una potenziale inversione. In caso di trend al rialzo avremo un gap-up, ossia un gap al rialzo, diversamente in caso di trend al ribasso si avrà un gap-down

⁵ Gap di movimento contrario rispetto al trend in atto.

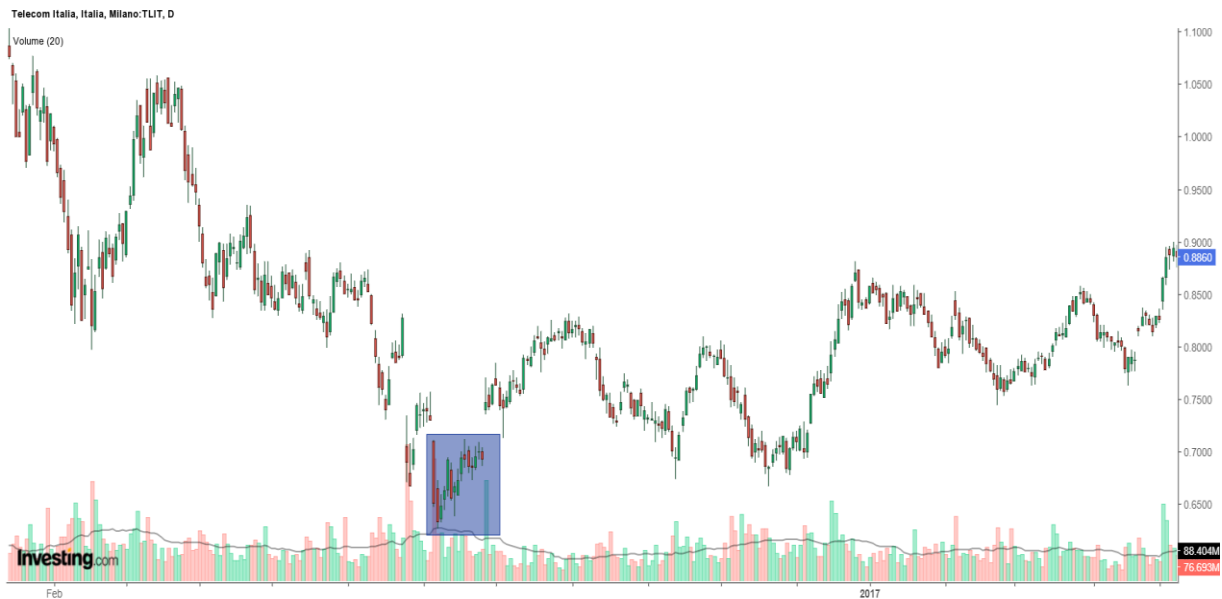


Figura 119 - Island reversal formatasi sul titolo Telecom Italia a luglio 2016 e fine del trend ribassista

2.2 Indicatori ed oscillatori

L'utilizzo di tali strumenti di analisi è estremamente utile all'analista che opera su mercati privi di tendenza, anche se limitarne l'uso a tali situazioni è alquanto sconveniente: se usati insieme ai grafici durante una tendenza ben definita, diventano strumenti essenziali per evidenziare eccessi di breve periodo, come ad esempio periodi di ipercomprato e ipervenduto, fasi con perdita di forza (*momentum*) e possono talvolta anticipare la fine di un trend attraverso la notifica di divergenze tra l'andamento dei prezzi e l'andamento degli oscillatori. Bisogna però considerare l'utilizzo degli oscillatori e degli indicatori come di importanza secondaria, poiché la prima cosa da considerare sarà sempre l'analisi del trend in atto e di conseguenza fare l'ingresso nel mercato nella sua direzione primaria, evitando di cercare sempre di prevedere quale sarà il momento in cui l'andamento dei prezzi cambierà direzione, per evitare di incorrere in probabili e cospicue perdite finanziarie.

Vi sono essenzialmente due regole fondamentali nell'utilizzo di tali strumenti: la prima regola è che nel momento in cui un oscillatore raggiunge un valore estremo della sua banda inferiore o superiore, allora molto probabilmente i prezzi del mercato si stanno spingendo troppo velocemente in una direzione, anticipando una correzione o un consolidamento laterale. La seconda regola riguarda i segnali di acquisto e vendita che gli oscillatori/indicatori forniscono: un trader generalmente dovrebbe acquistare quando

l'oscillatore assume valori estremi presso la banda inferiore e dovrebbe vendere quando invece assume valori vicini ai punti estremi della banda superiore (è tuttavia molto spesso utilizzato come segnale l'incrocio dello stesso con la linea dello 0).

Sono infine tre le situazioni in cui l'utilizzo degli indicatori è di particolare convenienza:

- il valore dello strumento è in prossimità delle estremità superiore o inferiore: si parla di *ipercomprato* quando i valori sono prossimi alla banda superiore⁶; si parla invece di *ipervenduto* quando i valori sono in vicinanza della banda inferiore. In entrambi i casi si può considerare vulnerabile la tendenza del mercato;
- se vi è divergenza tra tendenza dell'oscillatore e tendenza dei prezzi di mercato, molto probabilmente si sarà in una situazione di "pericolo", ossia vi sarà una buona probabilità che il trend in atto stia arrivando al termine. Tali situazioni di divergenza infatti, solitamente precedono un'inversione del trend;
- l'incrocio della linea degli indicatori con la linea dello 0 è un segnale di centrale importanza nella direzione del prezzo.

2.2.1 Momentum

Il *momentum* è un concetto di fondamentale importanza nell'analisi con gli oscillatori, poiché misura il tasso di variazione dei prezzi in un determinato periodo di tempo e viene misurato registrando le continue variazioni di prezzo su degli intervalli di tempo prefissati:

$$M_t = V_t - V_{t-n}$$

con V_t = ultimo prezzo di chiusura; V_{t-n} = prezzo degli n giorni precedenti.

Comunemente viene impostato $n=10$ giorni: l'utilizzo di un periodo più breve rende la linea del *momentum* maggiormente sensibile mentre l'utilizzo di un periodo più lungo rende l'oscillatore meno volatile.

Compito dell'analista sarà quello di analizzare i ritmi di salita e di discesa: se i prezzi salgono e la linea del *momentum* è superiore allo 0 e in fase crescente, allora significa che il trend sta in qualche modo accelerando. Se la linea del *momentum* sta diventando sempre più piatta, allora ciò sta ad indicare che i nuovi rialzi equivalgono a quelli di 10 giorni fa

⁶ Molti indicatori presentano dei valori limite oltre il quale vengono forniti segnali di acquisto o di vendita. Nella maggior parte dei casi un superamento della soglia limite superiore (banda superiore/inferiore) fornisce segnali di vendita (acquisto), in quanto ci si trova in una situazione di ipercomprato (ipervenduto) del mercato.

(se il parametro $n=10$). Nel momento in cui la linea del *momentum* inizia a scendere verso il livello 0 con la curva dei prezzi ancora in stabile *uptrend*, allora significa che il rialzo sta progressivamente perdendo la sua forza. Quando la linea dell'indicatore rompe sotto lo 0 ed i prezzi sono inferiori a quelli di n giorni fa, il *downtrade* di breve periodo è probabilmente destinato a rimanere in atto.

Nel caso di *downtrend*, fintanto che la linea del *momentum* rimane sotto lo 0 questo acquisisce forza e continua a mantenerla fino a che la linea inizia il suo processo di inversione. Quando questa ha del tutto cambiato inclinazione, si può, con elevata probabilità, sostenere che il trend al ribasso è giunto alla sua fine.

La linea del *momentum*, grazie alla sua struttura, è sempre “un passo avanti” rispetto alla linea dei prezzi poiché guida i rialzi e i ribassi dei prezzi e tende a livellarsi quando i prezzi sono ancora in una fase di *uptrend* ed inizia ad invertire direzione quando i prezzi sono ancora nella fase di “appiattimento”.

La linea di riferimento del grafico del *momentum* è quindi la linea dello 0: l'incrocio con tale livello è infatti, utilizzato come segnale di acquisto o di vendita, sebbene, come visto in precedenza per tutti gli indicatori, il segnale fornito sia comunque secondario rispetto ad una accurata analisi della tendenza primaria. È quindi indicato acquistare nel momento in cui il trend è al rialzo e la linea del *momentum* supera lo 0, e vendere quando ci si trova in una fase di *downtrend* e la linea dell'indicatore assume valori inferiori allo 0.

La maggior criticità nell'utilizzo del presente indicatore è la totale mancanza di notifica di eccessi di mercato (ipercomprato e ipervenduto), a causa dell'assenza di linee superiori e inferiori.

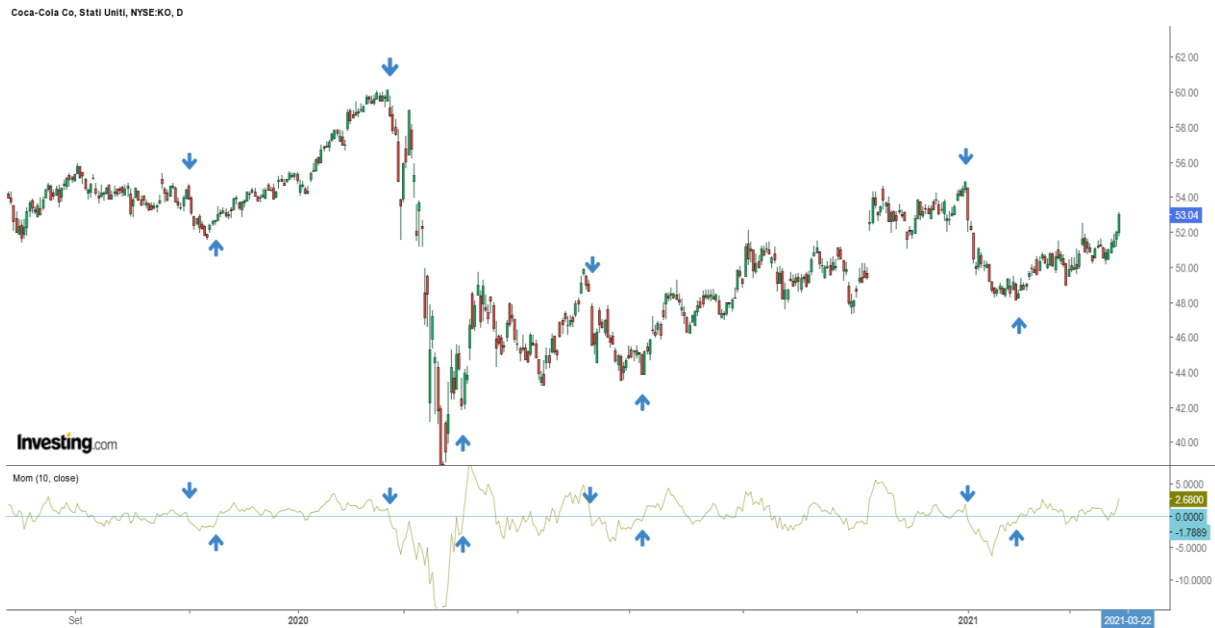


Figura 20 - Indicatore momentum nel titolo Coca Cola - Ago 2020 - Mar 2021. Si evidenzia come nella maggior parte dei casi, un incrocio con la linea dello 0 comporti la fine di un movimento al rialzo (ribasso) ed inversion del trend.

2.2.2 Relative Strength Index (RSI)

L'indice di forza relativa (RSI) è stato proposto da John Welles Wilder Jr. nel libro "New concepts in technical trading system". Lo scopo di tale indicatore è quello di misurare il *momentum* di un titolo, ossia la velocità di movimento dei prezzi; esso assume un valore nell'intervallo [0 , 100] , risolvendo il problema dei cosiddetti "movimenti erratici"⁷. La formula per il calcolo dell'indice è la seguente:

$$RSI_t = 100 * \frac{\sum_{\tau=0}^{k-1} \Delta^+ P_{t-\tau}}{|\sum_{\tau=0}^{k-1} \Delta P_{t-\tau}|}$$

dove il simbolo Δ^+ indica le differenze positive di prezzo rispetto al giorno precedente. Come già detto l'indicatore varia nell'intervallo [0 , 100] e agli estremi presenta le seguenti caratteristiche:

- $RSI_t = 0$ quando non vi è alcun incremento positivo del prezzo nel periodo considerato;
- $RSI_t = 100$ quando non vi sono decrementi nei prezzi.

⁷ Tendenza dei prezzi ad essere poco regolare

Come evidente dalla formula, l'indice dipende dal periodo di osservazione dei prezzi e solitamente viene utilizzato come parametro $n=14$ (nel grafico giornaliero quindi vi sarà un periodo di 14 giorni; nel grafico settimanale 14 settimane e così via); in ogni caso, valori minori forniranno una maggior sensibilità all'indicatore e ne estenderanno l'ampiezza. Di fondamentale importanza sarà il momento in cui le fluttuazioni dell'oscillatore raggiungeranno l'estremità superiore o inferiore.

I movimenti al di sopra del valore 70 sono considerati come sintomo di una fase di "ipercomprato" del mercato, mentre valori inferiori a 30 identificheranno un momento di "ipervenduto" nel mercato oggetto di analisi (nel caso di *bull market*, talvolta è consigliato utilizzare una soglia di 80 per la notifica di ipercomprato).

Le divergenze tra la curva dei prezzi e la linea dell'RSI nel momento in cui questo assumerà valori maggiori di 70 o inferiori di 30, sono segnali assai "preoccupanti", tanto da essere considerati da Wilder come la caratteristica maggiormente indicativa dell'oscillatore.

Va però prestata molta attenzione nell'analisi effettuata mediante il presente indicatore, poiché ogni forte trend rialzista o ribassista produce troppo presto segnali di ipercomprato o ipervenduto: una fase rialzista del mercato può essere caratterizzata da una costante presenza dell'indicatore in una situazione di ipercomprato, ma solo il fatto che la linea dell'oscillatore sia oltre il limite di 70, non deve implicare l'apertura di posizioni *short* o la liquidazione delle proprie posizioni *long*, per evitare di poter incorrere in pesanti perdite finanziarie.

Di solito, un primo movimento nella zona di ipercomprato o ipervenduto è solamente un avvertimento che qualcosa sta mutando, mentre un secondo passaggio attraverso le zone più estreme, fornisce un avvertimento di maggiore importanza.

Assume molta importanza nell'RSI anche il valore centrale di 50, poiché spesso assume la funzione di supporto durante le correzioni dei prezzi e di resistenza durante i rimbalzi.

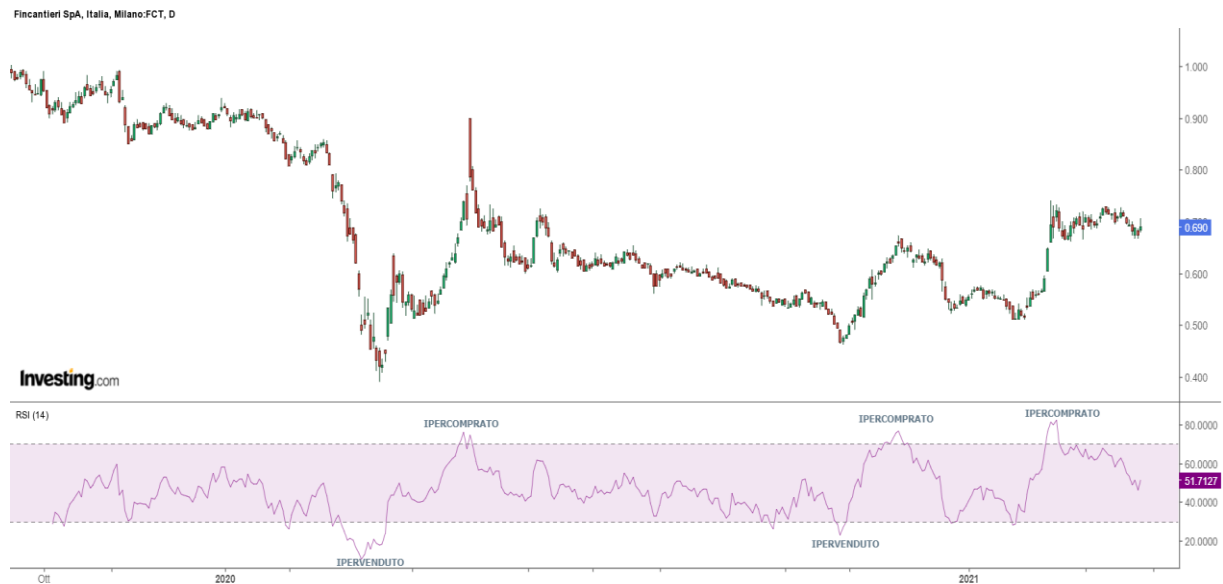


Figura 21 - Indicatore RSI nel titolo Fincantieri SpA - Ott 2020 - Mar 2021. Al superamento della banda superiore (inferiore), il mercato si trova in una situazione di ipercomprato (ipervenduto).

2.2.2 Moving Average Convergence Divergence (MACD)

L'indice di convergenza/divergenza delle medie mobili (MACD dall'acronimo inglese *Moving Average Convergence/Divergence*), è stato sviluppato da Gerald Appel e prevede di analizzare gli incroci di alcune medie mobili. A tal fine viene determinata la linea denominata *differential line* o *MACD*, calcolata come differenza tra due medie mobili esponenziali – talvolta utilizzate anche le medie mobili semplici - dei prezzi di chiusura. L'orizzonte temporale delle due medie mobili è solitamente 12 e 26 periodi. La seconda linea, chiamata "linea di segnale" è più lenta della precedente poiché è la media mobile esponenziale a 9 periodi della linea MACD.

Attraverso questo indicatore, vengono forniti dei segnali di acquisto e di vendita nel momento in cui le linee si incrociano: se la linea MACD incrocia al rialzo la linea di segnale, vi sarà un segnale di acquisto; viceversa, un incrocio al ribasso delle stesse sarà visto come un segnale di vendita. Altra caratteristica importante dell'oscillatore è quella di segnalare eventuali situazioni di ipercomprato e ipervenduto, quando le due linee sono molto distanti dal punto centrale 0 (similmente al *momentum*, anche gli incroci con la linea dello 0 sono considerati dei segnali di acquisto e di vendita).

Vi possono inoltre essere delle divergenze tra il trend delle linee MACD ed il trend della linea dei prezzi, si parlerà di divergenza negativa quando si verificheranno nuovi massimi

del mercato mentre le linee dell'oscillatore perdono progressivamente potenza⁸, mentre vi sarà divergenza positiva nel momento in cui, nonostante i prezzi continuino nel *downtrend*, l'oscillatore fornisce valori via via maggiori (in questo caso il segnale è di *bottom market*)⁹.

Una variante comunemente usata del MACD è la sua trasformazione in istogrammi, costituiti da barre verticali che mostrano la differenza tra linea MACD e linea di segnale, che indicano con maggiore facilità la distanza tra le due linee.

Quando la linea più veloce incrocia al rialzo la linea più lenta, l'istogramma assumerà valori positivi ed i segnali forniti saranno gli stessi visti nella versione originale dell'oscillatore.

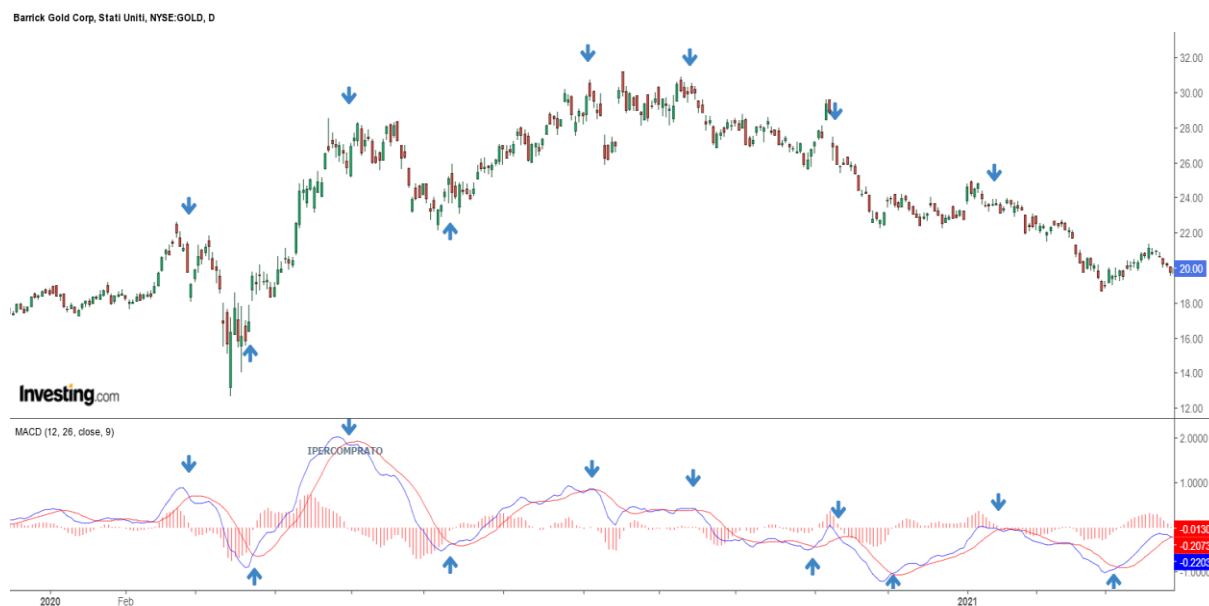


Figura 122 - Indicatore MACD nel titolo Barrick Gold - Gen 2020 - Mar 2021. L'incrocio della linea MACD (blu) con la linea di segnale (rossa) fornisce segnali di acquisto e di vendita. L'elevata distanza delle linee dallo 0, rileva la presenza di una situazione di ipercomprato (ipervenduto).

2.2.3 Average directional Index (ADX)

Ideato anch'esso da John Welles Wilder Jr. e presentato nel libro "*New concepts in technical trading systems*", l'indicatore *Average Directional Index (ADX)* è in grado di identificare se i prezzi si trovino in una fase di contrazione o in una fase di espansione del

⁸ Segnale di possibile *topping* del mercato e successiva inversione ribassista.

⁹ In questo caso il segnale sarà di inversione al rialzo.

range, sebbene lo stesso registri un leggero ritardo rispetto alla linea dei prezzi, calcolando la forza del trend in atto o rivelandone l'assenza.

Operativamente, l'indicatore ADX è la media di due differenti indici relativi al movimento direzionale, ossia la parte di movimento dei prezzi non compreso nel range del giorno precedente: se il movimento dei prezzi è positivo, l'indice direzionale positivo (+DI) sarà dato dalla differenza tra i massimi del mercato; se il movimento dei prezzi è invece negativo, il movimento direzionale sarà negativo (-DI) e sarà calcolato attraverso la differenza fra i minimi registrati.

Per calcolare l'ADX si avrà bisogno del massimo (*max*), del minimo (*min*) e del prezzo di chiusura (*close*) di ogni periodo (tipicamente utilizzati i dati giornalieri). Si inizia calcolando il movimento direzionale (positivo +DM, negativo -DM) attraverso i seguenti passi:

- Movimento al rialzo (*UpMove*) = $max_t - max_{t-1}$;
- Movimento al ribasso (*DownMove*) = $min_{t-1} - min_t$;
- Se $UpMove > DownMove$ e $UpMove > 0$ \Rightarrow +DM = *UpMove*. In caso contrario: +DM=0;
- Se $DownMove > UpMove$ e $DownMove > 0$ \Rightarrow -DM = *UpMove*. In caso contrario: -DM=0;

Una volta selezionato il periodo di analisi dei prezzi (solitamente si utilizza un periodo di 14 giorni), si passa al calcolo di +DI e -DI per poter calcolare infine l'indicatore ADX:

- $+DI = \left(\frac{SMMA^{10}(+DM)}{ATR^{11}} \right) * 100$
- $-DI = \left(\frac{SMMA(-DM)}{ATR} \right) * 100$
- $ADX = 100 * \left(\frac{SMMA[|+DI| - |-DI|]}{SMMA[|+DI| + |-DI|]} \right)$.

Se il trend del mercato è al rialzo, l'indice positivo sale e contemporaneamente quello negativo scende, facendo incrementare la media tra le due linee e generando un valore positivo dell'ADX. Similmente, per il trend al ribasso il valore del +DI diminuisce mentre

¹⁰ Smoothed Moving Average: Media mobile (del periodo temporale selezionato – in questo caso 14 giorni) nella quale i valori più lontani nel tempo assumono peso inferiore.

¹¹ ATR: Average True Range – misura di volatilità dei prezzi. Metodo di calcolo dell'ampiezza delle oscillazioni attraverso la media mobile delle differenze tra il valore massimo e minimo dei prezzi in un determinato periodo temporale (solitamente 14 giorni)

il valore del -DI sale: di conseguenza il valore della media ADX aumenta. Come si può notare infatti, l'indicatore ADX non misura la direzione del mercato, bensì la sua intensità e la tendenza del prezzo a muoversi verso una direzione consolidata.

Durante la fase di contrazione del range, invece, il valore dell'ADX scenderà poiché gli indici direzionali positivo e negativo assumeranno valori inferiori. Di elevata importanza sono considerati i valori 20 e 30¹² dell'indicatore: nel caso l'ADX assuma valori maggiori di 30, l'indicatore segnalerà che il mercato è in una fase di espansione del range, mentre valori inferiori a 20 indicheranno che il mercato si trova in una fase di compressione e quindi la presenza di un trend laterale. Valori compresi tra 20 e 30, caratterizzano spesso una fase di transizione del mercato.

Oltre che a indicare che i prezzi si trovano in una fase di espansione o di compressione, l'ADX è molto utile nel caso si sia alla ricerca di azioni in fase di trend laterale per poter poi aprire delle posizioni *long* o *short* nel momento in cui i prezzi romperanno al rialzo o al ribasso le linee di supporto o resistenza, generando un *breakout* del range.



Figura 23 - Indicatore ADX nell'indice tedesco DAX - Ago 2020 - Mar 2021. Quando l'indicatore assume valori superiori a 30 (o 40), il mercato è in fase di espansione del range, con conseguente continuazione del trend in atto. Valori inferiori a 20 indicano stabilità dei prezzi e probabile presenza di trend laterale.

¹² Viene spesso utilizzato anche il valore 40 in sostituzione del valore 30 per evidenziare i movimenti con ancora maggior forza espansiva

Capitolo 3 - Realizzazione di uno script basato sulla conformazione grafica a bandiera

3.1 Introduzione

In questa ultima parte dell'elaborato si cercherà di realizzare uno degli obiettivi della maggior parte dei trader: la creazione di un sistema di trading automatico che possa fornire segnali di ingresso nel mercato a seconda del verificarsi di determinate condizioni preimpostate. Con un semplice clic del mouse avere una risposta "SI" - "NO" anche senza avere del tempo a disposizione per una analisi più approfondita del grafico e del titolo in esame. Sebbene la creazione di *trading systems* automatizzati possa essere semplice nel caso di utilizzo di indicatori matematici per lo studio dell'andamento dei prezzi, si cercherà di rendere matematica una conformazione grafica come quella della bandiera. Perché proprio la formazione a bandiera? Perché rappresenta una "pausa" nel movimento dei prezzi, con successivo aumento (o diminuzione) degli stessi, andando quindi a facilitare uno dei più grandi problemi di tutti i trader: il *timing* di ingresso nel trend. Uno studio interessante a tal riguardo è quello di W. Leigh, N. Modani, R. Purvis, T. Roberts "*Stock market trading rule discovery using technical charting heuristics*" nel quale gli autori ricreano il movimento dei prezzi durante la formazione grafica attraverso l'utilizzo di una matrice di pesi 10x10 per mappare successivamente sulla stessa il relativo percorso degli ultimi 120 giorni. Vengono infatti considerati il prezzo massimo ed il prezzo minimo rilevati durante il periodo di osservazione. Il range di prezzi (ottenuto dal differenziale tra gli stessi) viene suddiviso in 10 intervalli di prezzo di uguale ampiezza in modo da ottenere delle celle equivalenti. Il periodo di osservazione di 120 giorni viene quindi suddiviso in 10 sottoperiodi di 12 giorni ciascuno. I prezzi rilevati vengono collocati all'interno della matrice a seconda del prezzo osservato e al sottoperiodo di appartenenza. Viene così creata una matrice 10x10 nella quale in ogni cella è presente la frequenza con cui i prezzi si collocano nel relativo range. La matrice delle frequenze è successivamente moltiplicata per la matrice dei pesi, esposta di seguito, in modo da ottenere il valore di adattabilità del percorso dei prezzi alla conformazione grafica a bandiera:

| | | | | | | | | | |
|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| 0.5 | 0 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 |
| 1 | 0.5 | 0 | -0.5 | -1 | -1 | -1 | -1 | -0.5 | 0 |
| 1 | 1 | 0.5 | 0 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | 0 | 0.5 |
| 0.5 | 1 | 1 | 0.5 | 0 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | 0 | 1 |
| 0 | 0.5 | 1 | 1 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 1 |
| 0 | 0 | 0.5 | 1 | 1 | 0.5 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| -0.5 | 0 | 0 | 0.5 | 1 | 1 | -0.5 | 0.5 | 1 | 1 |
| -0.5 | -1 | 0 | 0 | 0.5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| -1 | -1 | -1 | -0.5 | 0 | 0.5 | 1 | 1 | 0 | -2 |
| -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0.5 | 0.5 | -2 | -2.5 |

Tabella 1 – Matrice dei pesi utilizzata per il mapping del percorso dei prezzi dagli studiosi W. Leigh, N. Modani, R. Purvis, T. Roberts.

Per cui, una volta ottenuta la matrice con le frequenze relative al percorso dei prezzi nei 120 giorni, la stessa viene moltiplicata con la matrice dei pesi: il risultato del calcolo corrisponderà infine al valore di adattabilità dei prezzi registrati con la matrice rappresentante la conformazione grafica a bandiera presentata dagli autori.

Riassumendo, i passi per la verifica della presenza della conformazione grafica a bandiera sono i seguenti:

1. Selezionare il periodo di 120 giorni da analizzare;
2. Calcolare il range r del prezzo X : $\max(X_1, \dots, X_{120}) - \min(X_1, \dots, X_{120})$;
3. Ottenere il range dei prezzi per ogni cella della matrice: $r/10$
4. Creare la matrice delle frequenze F con le presenti caratteristiche:

| | | | |
|----------------------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------|
| | $n_1 \dots n_{12}$ | $n_{13} \dots n_{24}$ | $n_{108} \dots n_{120}$ |
| $\max(X_1, \dots, X_{120})$ | | | |
| $\max(X_1, \dots, X_{120}) - r$ | | | |
| $\max(X_1, \dots, X_{120}) - 2r$ | | | |
| $\min(X_1, \dots, X_{120})$ | | | |

5. Collocare i prezzi da $n = 1$ a $n = 120$ nelle relative celle;
6. Calcolare il prodotto elemento per elemento tra la matrice delle frequenze F e la matrice dei pesi P vista in precedenza.
7. Sommare i valori di tutte le celle della matrice ottenuta al punto 6 ottenendo il valore di adattabilità del movimento dei prezzi alla matrice dei pesi. Se tale valore (*fit value*) è maggiore ad un determinata soglia, vi sarà un segnale di acquisto¹³ in quanto vi è una buona probabilità che i prezzi stiano seguendo il percorso della conformazione grafica a bandiera.

Notando che i risultati ottenuti dai ricercatori over-performavano quelli relativi il semplice acquisto e mantenimento della posizione (la cosiddetta strategia Buy & Hold o più semplicemente B&H), si è preso spunto dal loro lavoro per creare un programma in R che implementasse le migliori caratteristiche della proposta degli autori, come la presenza della matrice dei pesi e l'idea del *mapping* dei prezzi sulla stessa, andando a modificare alcuni elementi della procedura originaria e più precisamente

- l'utilizzo di un periodo temporale di analisi diverso (nel caso del calendario borsistico infatti 120 giorni corrispondono a 6 mesi)
- l'utilizzo di valore standard di tempo per la chiusura della posizione.

L'utilizzo del solo fattore tempo come criterio di chiusura della posizione e relativa uscita dal mercato è però eccessivamente restrittivo e casuale: se i prezzi dovessero schizzare

¹³ La matrice dei pesi utilizzata rappresenta la conformazione grafica a bandiera rialzista. Nel caso in cui si fosse interessati ai segnali di vendita relativi alla *bear flag*, sarebbe sufficiente creare una matrice che ne replichi l'andamento.

alle stelle dopo 20 giorni, raggiungendo livelli molto sopra le più ottimistiche aspettative e al 119-mo giorno avere un tracollo, la proposta di chiudere la posizione al 120-mo giorno fallirebbe. Si perderebbe qualsiasi guadagno nonostante il prezzo fosse rimasto superiore agli obiettivi inizialmente sperati per lungo tempo.

Da questa considerazione è nata l'idea di inserire degli ulteriori parametri: un valore obiettivo per la chiusura della posizione in guadagno (un valore quindi di *take profit*) ed uno, minore, di chiusura della posizione in perdita (valore di *stop loss*). In tal modo si può tenere in considerazione un altro grande dilemma dei trader: il momento di chiusura della posizione in guadagno o in perdita. Nel caso di perdita infatti, potrebbe essere inutile continuare a sperare che i prezzi risalgano in quanto l'analisi effettuata potrebbe essere errata. In ogni caso è necessario capire ed avere soprattutto la forza mentale di chiudere la posizione, talvolta in perdita, per evitare di incorrere in successive maggiori perdite economiche guidati dalla sola speranza che i prezzi possano invertirsi ed il mercato andare in una posizione favorevole alla prima impressione.

La finanza comportamentale gioca un ruolo fondamentale nella vita di tutti gli investitori del mondo. *Hersh Shefrin e Meir Statman (1985)* hanno studiato la tendenza degli investitori a liquidare prematuramente le posizioni in profitto e a mantenere troppo a lungo le posizioni in perdita definendola *disposition effect*. I ricercatori hanno identificato come la mente umana disprezzi le perdite in maggior misura rispetto ad equivalenti profitti. Vi è quindi un "tentativo di recupero" delle perdite assumendo maggiori rischi; le perdite non realizzate sono percepite dagli investitori come meno pesanti di quelle realizzate, inducendoli a non liquidare la posizione ed esponendoli a maggiori perdite dovute a ulteriori diminuzioni di prezzo. Sarà quindi necessaria una elevata razionalità per affrontare quelle che sono le caratteristiche mentali umane. I trader meno esperti incorreranno quindi sempre di più negli errori di valutazione del momento di liquidazione delle posizioni e si ritroveranno ad assumere rischi sempre maggiori nella speranza di recuperare il capitale investito. Attraverso quindi l'inserimento di un parametro che controlli l'uscita "automatica" dal mercato, si è cercato di eliminare completamente le distorsioni derivanti dal *bias* comportamentale dell'*effetto disposizione*: se il prezzo raggiunge determinati valori limite, la posizione viene automaticamente chiusa con conseguente realizzazione dei guadagni o delle perdite.

Dopo aver impostato dei valori di uscita dal mercato, si è cercato di ridurre sensibilmente il periodo di analisi del movimento dei prezzi: disponendo di una matrice 10x10 si è

ritenuto conveniente che il periodo fosse un multiplo di 10. Dopo aver analizzato tutte le possibili alternative di durata dell'intervallo, si è impostato tale valore a 20 giorni. Tale durata sembra un buon compromesso tra il numero di segnali forniti e la relativa percentuale di segnali positivi, che si concludono quindi con la realizzazione di un guadagno.

Una volta calcolati i rendimenti percentuali medi relativi all'utilizzo del trading system, si è proceduto ad annualizzare i tassi rendendoli quindi confrontabili con quelli relativi al semplice e maggiormente utilizzato *buy & hold*. Alla fine di questo capitolo verranno illustrati i risultati ottenuti mediante l'applicazione del programma implementato.

3.2 l'implementazione dell'algoritmo

Per la creazione del sistema di trading automatico, si è scelto di utilizzare il linguaggio di programmazione R, un software open source per l'analisi statistica e grafica. Punto forte del suddetto linguaggio è la facilità di manipolazione dei dati nonché la presenza di alcuni pacchetti (su tutti la libreria *quantmod*) specificatamente creata per l'analisi delle serie storiche finanziarie. Le funzioni della libreria *quantmod* sono utili per scaricare e manipolare le serie storiche dei titoli di nostro interesse mediante semplici comandi preimpostati. Inoltre, la libreria *quantmod* permette di calcolare numerosi indicatori che possono essere aggiunti al grafico di interesse senza dover utilizzare complicati script.

Il codice analizza nella prima fase gli n giorni precedenti il giorno di operatività, verifica, attraverso la creazione di una matrice 10×10 , il valore di adattabilità (*fitvalue*) del percorso dei prezzi alla matrice dei pesi preimpostata e fornisce così, nel caso il *fitvalue* sia \geq al valore assegnato alla variabile di confronto, un segnale di acquisto e quindi di ingresso nel mercato in posizione long.

Successivamente si procede con l'analisi giorno per giorno della posizione: nel caso in cui il prezzo raggiunga i valori limite di *stop loss* e *take profit*, il sistema chiude automaticamente la posizione e fornisce quindi il rendimento ottenuto dal mantenimento del titolo in portafoglio.

Lo script riprende quindi l'analisi dal giorno successivo alla chiusura della posizione, per verificare se vi siano altri segnali forniti dal percorso dei prezzi.

Infine, una volta raggiunto l'ultimo giorno della serie storica oggetto di analisi, il programma restituisce:

- un grafico rappresentante il valore del portafoglio composto da solamente il titolo esaminato;
- il totale del numero dei segnali forniti dal codice;
- la percentuale di segnali rivelatisi profittevoli;
- la media del numero dei giorni di mantenimento della posizione prima che il prezzo raggiunga uno dei valori limite (*stop loss* o *take profit*);
- il tasso di rendimento annualizzato del trading system.

Nella prima parte del codice sono definite le variabili il cui valore può essere scelto dall'operatore e cioè:

- la serie storica del titolo in formato OHLC;
- il *fit value*;
- il numero *m* di giorni del ciclo di analisi;
- l'importo iniziale dell'investimento.

Viene inizializzato poi il grafico attraverso le funzioni *plot*, *par* e *grid* e attribuito un nome allo stesso attraverso la funzione *names*. Una volta fatto questo, sono inizializzati i valori dei segnali che fornirà lo script in modo da poter poi calcolare quanti di questi si siano effettivamente rivelati dei segnali profittevoli.

Successivamente, sono salvati all'interno di variabili denominate *close*, *open*, *high* e *low* i relativi prezzi di chiusura, apertura, il massimo ed il minimo mantenendone il tipo *xts*. In particolar modo si avrà bisogno del prezzo di apertura per vedere il prezzo al quale vi sarà l'ingresso nel mercato, il valore di massimo e minimo, per vedere se il prezzo raggiunge in giornata i valori limite di *stop loss* e *take profit* ed il valore di chiusura per il calcolo del valore del portafoglio alla fine di ogni giornata.

Si prosegue quindi con la creazione del range di valori nel quale sarà suddivisa la matrice delle frequenze. Il range di valori sarà banalmente la differenza tra il prezzo massimo ed il prezzo minimo degli ultimi *m* giorni che verrà diviso per il numero di righe della matrice, in modo da poter determinare gli intervalli di prezzo per l'assegnazione di un prezzo ad

una determinata cella. Ad ogni riga corrisponderà quindi un uguale range di prezzi, mentre ad ogni colonna corrisponderà un uguale periodo temporale, creando così una matrice 10x10 composta da celle di uguale dimensione. Dopo l'assegnazione di tali intervalli non resta che mappare i prezzi degli ultimi m giorni progressivamente all'interno della matrice delle frequenze appena creata. Si otterrà quindi una ulteriore matrice nella quale saranno indicate le frequenze con le quali i prezzi si collocano nelle rispettive celle.

Il passo successivo consiste nel confrontare la matrice delle frequenze appena creata con la matrice dei pesi preimpostata. Tutto ciò si ottiene con una semplice moltiplicazione tra le stesse. Una volta completato il processo, il sistema somma tutti i valori delle caselle della matrice prodotto, ed il risultato ottenuto costituirà il valore di adattabilità (*fit value*) del ciclo temporale appena analizzato.

L'apertura di una posizione viene determinata dal confronto tra il *fit value* del ciclo temporale esaminato e un valore di riferimento che viene fornito come input. Se il *fit value* è maggiore del target preimpostato, viene aperta una posizione *long* al tempo $t+1$ e viene utilizzato come prezzo di acquisto il valore *open* al tempo $t+1$. La chiusura di una posizione si determina quando il prezzo raggiunge il valore di *take profit* o *stop loss* predefiniti considerando il massimo e il minimo della giornata (dando precedenza al minimo). A tal fine devono essere definiti il valore di *take profit*, posto pari al range di oscillazione dei prezzi nel periodo in esame e il valore di *stop loss* pari alla metà del precedente, in modo da ottenere un rapporto rischio/rendimento pari a 2, dato ottenuto mediante la divisione fra il valore di *take profit* e quello di *stop loss*.¹⁴

La chiusura determina la realizzazione dell'utile (o perdita) e la sua collocazione nel grafico relativo al valore del portafoglio. Se il portafoglio avrà un valore maggiore dell'investimento iniziale, il punto sarà colorato di verde, in caso contrario assumerà una colorazione rossa.

Nel caso in cui il prezzo non raggiunga immediatamente i valori limite la posizione rimane aperta, in questo caso l'analisi passa al giorno successivo adeguando i valori dello *stop loss* nel caso in cui il prezzo assunto dal titolo sia maggiore del prezzo di apertura della posizione—(solamente nel caso di applicazione del *trailing stop loss* - ciò permette di diminuire la perdita nel caso in cui il mercato dovesse invertire la direzione). Per quanto

¹⁴ In questo modo si può avere un maggior numero di segnali negativi ed essere lo stesso nella zona di profitto.

riguarda il livello di *take profit*, questo non subirà variazioni in quanto, secondo quanto indicato in letteratura, il livello obiettivo della conformazione grafica a bandiera è ben definito.

L'adeguamento automatico del livello di *stop loss* viene definito come "*trailing stop*". Sebbene tale strumento non funzioni ottimamente in condizioni di elevata volatilità, portando a probabili chiusure premature della posizione nonostante il prezzo rimanga in un trend favorevole, in molti casi è un'ottima modalità di gestione del rischio, permettendo di uscire dal mercato con profitto nonostante successivamente i prezzi abbiano l'andamento contrario al segnale fornito dal codice.

Una volta chiusa la posizione, a partire dal giorno $n+1$ ricomincia l'analisi a ritroso del ciclo temporale desiderato (in questo caso verranno analizzati i giorni $n+1 - n-m+1$). Contestualmente all'analisi del raggiungimento dei livelli di *stop loss* e *take profit*, il codice inizia a generare un grafico nel quale verrà indicato l'andamento dell'*equity* in possesso dei trader, creando dei punti verdi nel caso in cui ci troviamo in una posizione di aumento del nostro capitale, e dei punti rossi in caso di perdita dello stesso.

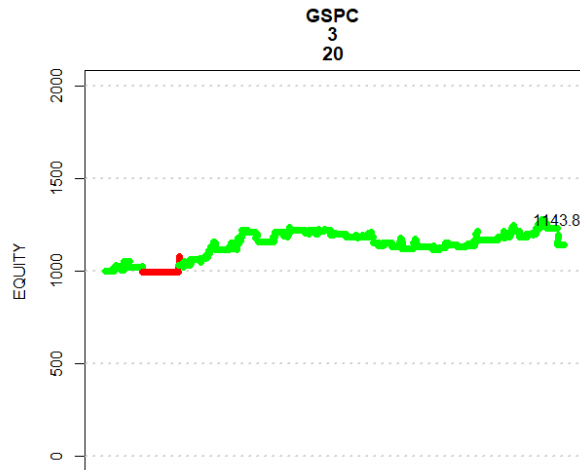
L'ultima parte della funzione calcola il tasso di rendimento giornaliero relativo all'utilizzo della conformazione grafica a bandiera e il tasso di rendimento annualizzato in modo da poter facilitare il confronto con l'andamento degli indici (o titoli) oggetto di analisi. Viene quindi restituito il valore dell'*equity* nel caso di investimento, la percentuale di segnali positivi, il totale del numero dei segnali, il numero medio di giorni necessario affinché il prezzo raggiunga il livello di *take profit* (o di *stop loss*) ed il tasso annuale di rendimento. Per eseguire un *backtest* del sistema di trading attraverso l'utilizzo della formazione grafica a bandiera, sono state quindi inserite come variabili di input, oltre ovviamente alla serie storica che si desidera analizzare, anche il parametro di *fit value* (di valore compreso tra 0 e 10 - la variabile *fitV*), il sottoperiodo di analisi del percorso dei prezzi (la variabile m che dovrà essere multipla di 10 in modo da poter essere confrontata con la matrice dei pesi 10×10), nonché un fittizio valore monetario di partenza (€ 1.000,00) tale per cui verrà simulato l'andamento di valore di un portafoglio gestito attraverso il solo utilizzo dello script. Per poter quindi utilizzare il codice ci sarà bisogno, in ordine, di queste 4 variabili di input: serie storica, *fit value*, sottoperiodo di analisi, *equity*.

```
flag<-function(x, fitV, m, importo)
```

L'applicazione dello script alla serie storica dell'indice S&P 500 osservata nel periodo 03/01/2007 – 18/09/2020 utilizzando un *fit value* pari a 3, un periodo temporale di

osservazione $m=20$ e un investimento iniziale pari a 1000 genererà il seguente grafico e output:

```
flag(GSPC, 3, 20, 1000)
```



```
## [1] 1143.888
## [1] "Totale segnali:" "29"
## [1] "Tempo medio mantenimento posizione:" " 20.1724137931034"
## [1] "% Positivi:"      "0.0689655172413793"
## [1] "Tasso annualizzato:" " 0.0518558594016754"
```

Nella prima riga viene indicato il valore del portafoglio alla fine del periodo considerato, nella seconda riga il numero di segnali di acquisto, nella terza riga viene indicata la media dei giorni di mantenimento della posizione prima che questa raggiunga il valore di *take profit* (*stop loss*); infine, nelle ultime 2 vengono stampati la percentuale di segnali positivi e il tasso di rendimento annualizzato.

3.3 Dataset

Primo passo per la realizzazione e l'utilizzo dello script è la selezione dei titoli da analizzare e su cui andare successivamente a *backtestare* l'efficacia di quanto creato.

Attraverso la libreria *quantmod* di R, e più specificatamente attraverso il comando *getSymbols*, è possibile effettuare il download delle serie storiche in formato *xts* di qualsiasi titolo/indice disponibile nel database di *Yahoo! Finance*.

```
getSymbols("^GSPC15")
```

¹⁵ Codice di Yahoo! Finance che identifica l'indice americano S&P 500

Attraverso il comando di cui sopra si otterrà la serie storica, una variabile nella quale saranno indicati la data, il prezzo di apertura, il prezzo di chiusura, il massimo ed il minimo della giornata nonché il volume di scambi:

| ## | GSPC.Open | GSPC.High | GSPC.Low | GSPC.Close | GSPC.Volume | GSPC.Adjusted |
|---------------|-----------|-----------|----------|------------|-------------|---------------|
| ## 2020-09-11 | 3352.70 | 3368.95 | 3310.47 | 3340.97 | 3704450000 | 3340.97 |
| ## 2020-09-14 | 3363.56 | 3402.93 | 3363.56 | 3383.54 | 3832130000 | 3383.54 |
| ## 2020-09-15 | 3407.73 | 3419.48 | 3389.25 | 3401.20 | 4051460000 | 3401.20 |
| ## 2020-09-16 | 3411.23 | 3428.92 | 3384.45 | 3385.49 | 4710030000 | 3385.49 |
| ## 2020-09-17 | 3346.86 | 3375.17 | 3328.82 | 3357.01 | 4371940000 | 3357.01 |
| ## 2020-09-18 | 3357.38 | 3362.27 | 3292.40 | 3319.47 | 7068700000 | 3319.47 |

I valori di default che definiscono l'inizio e la fine del periodo di cui si scaricano i dati sono:

- Inizio = 03/01/2007
- Fine = ultimo dato disponibile (dati aggiornati al 18/09/2020).

La scelta del periodo di osservazione, cioè dei dati da elaborare, è molto importante per poter verificare l'andamento nel passato del valore del titolo in modo da poter stimare/prevedere quelli che saranno i probabili risultati che si otterrebbero utilizzando lo stesso sistema di trading giorno per giorno.

Sono quindi stati scelti per il *backtest* della strategia alcuni tra i principali indici di mercato: gli indici americani *S&P 500*, *Dow Jones Industrial Average* e il *Nasdaq*; l'indice tedesco *DAX* e l'indice italiano *FTSE MIB*.

Di seguito vengono proposti i grafici relativi all'andamento degli indici selezionati dal 2007 ad oggi:



Figura 24 - Grafico giornaliero dell'indice S&P 500



Figura 135 - Grafico giornaliero dell'indice Dow Jones Industrial Average



Figura 146 - Grafico giornaliero dell'indice Nasdaq



Figura 157 - Grafico giornaliero dell'indice DAX



Figura 28 - Grafico giornaliero dell'indice FTSE MIB

Si nota subito come gli indici americani e l'indice tedesco presentino caratteristiche simili: vi è un trend positivo di fondo che prosegue dal 2008 in poi, con correzioni, anche di importanza elevata, nei medesimi periodi storici, sinonimo di una elevata correlazione tra gli stessi. In particolar modo si evidenzia come la comparsa del *Covid-19* agli inizi del 2020 abbia portato ad una brusca diminuzione dei prezzi ed a un successivo rapido recupero del trend iniziale.

Si nota inoltre, ad un primo sguardo, come l'indice DAX abbia un elevato rumore di fondo, caratteristica di una maggiore volatilità dei prezzi rispetto ai precedenti.

Molto differente è invece il percorso dell'indice italiano. La crisi del 2008 ha infatti portato ad una drastica diminuzione del valore dell'indice, che si attesta ancora a livelli inferiori di oltre il 50% rispetto a quelli ante crisi. Nel *FTSE MIB* si alternano continuamente periodi positivi ad altri negativi, denotando una instabilità dell'economia del nostro paese e una elevata volatilità dei prezzi.

La pandemia mondiale occorsa nel 2020 ha registrato anche in Italia un'elevata perdita di valore nell'indice ma, a differenza degli altri indici oggetto di analisi, la perdita è ancora ben lontana dall'essere completamente riassorbita.

Seconda fase dell'analisi delle serie storiche è il calcolo dei rendimenti giornalieri dei differenti indici preselezionati e delle statistiche di base relative.

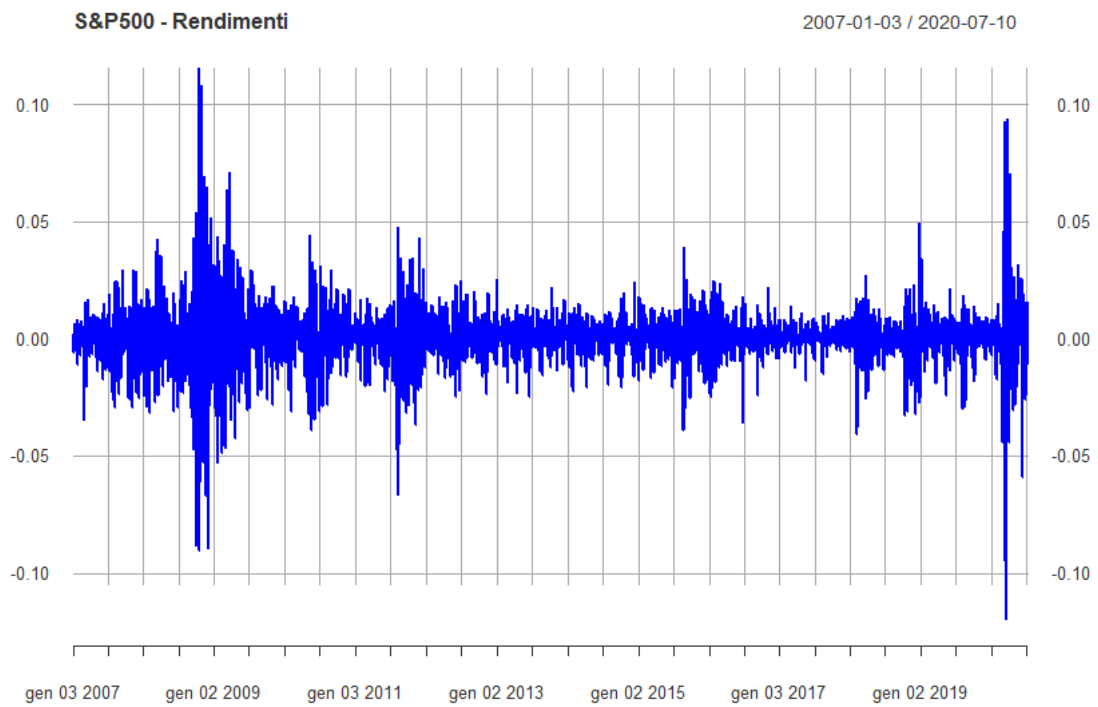


Figura 169 - Grafico dei rendimenti giornalieri dell'indice S&P 500

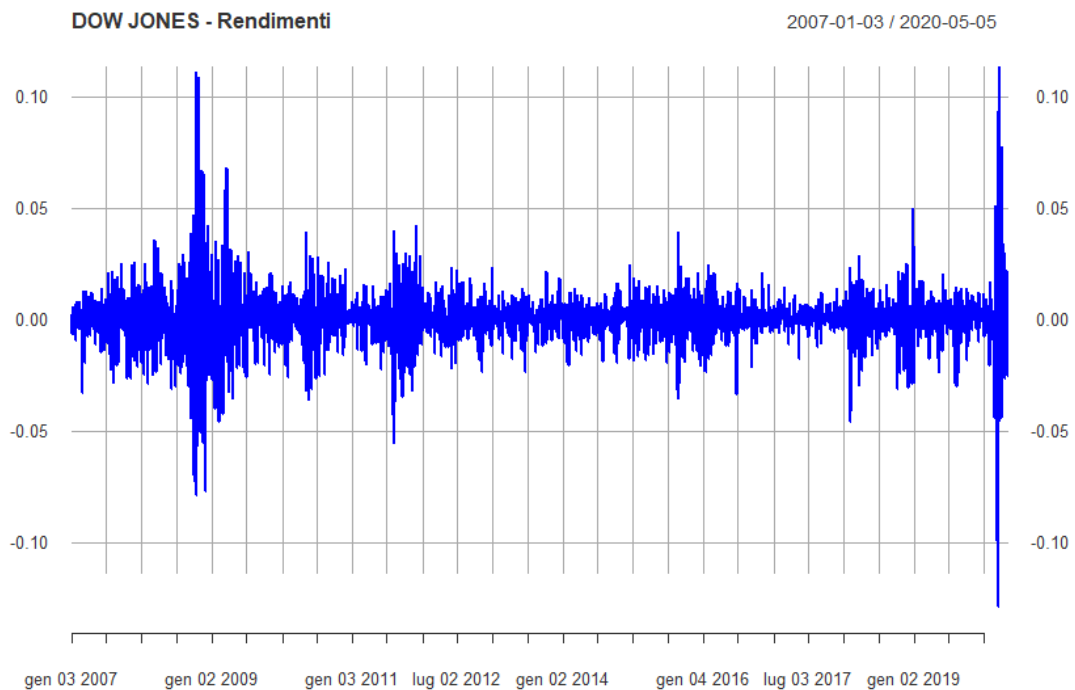


Figura 30 - Grafico dei rendimenti giornalieri dell'indice Dow Jones

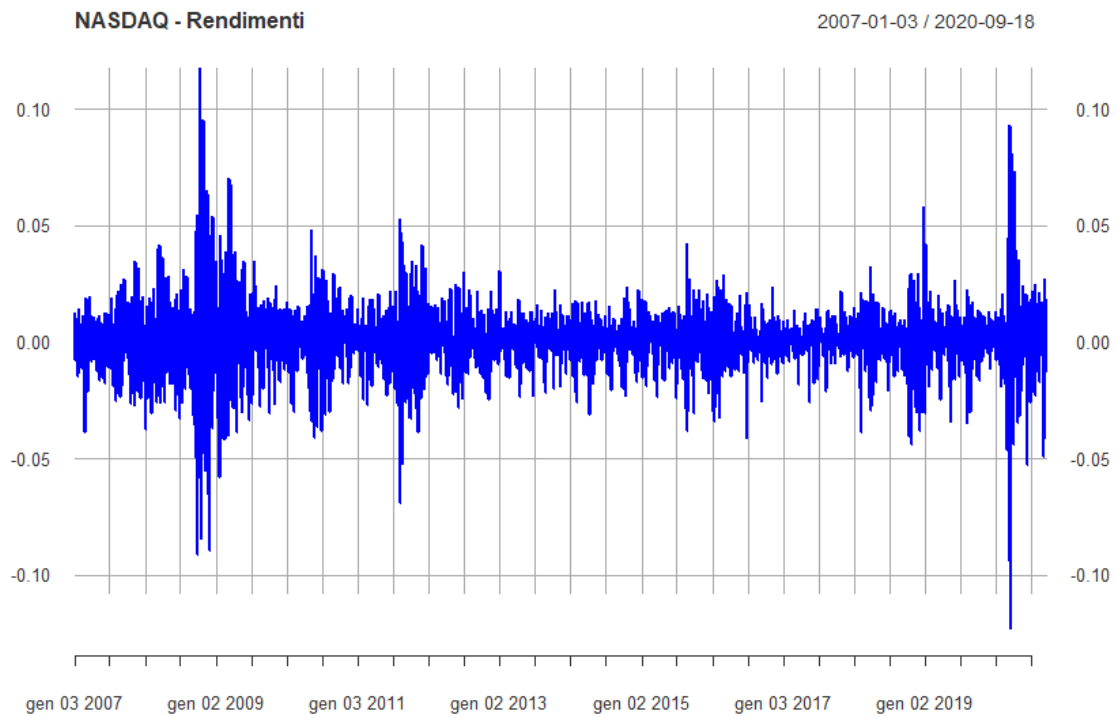


Figura 31 - Grafico dei rendimenti giornalieri dell'indice Nasdaq

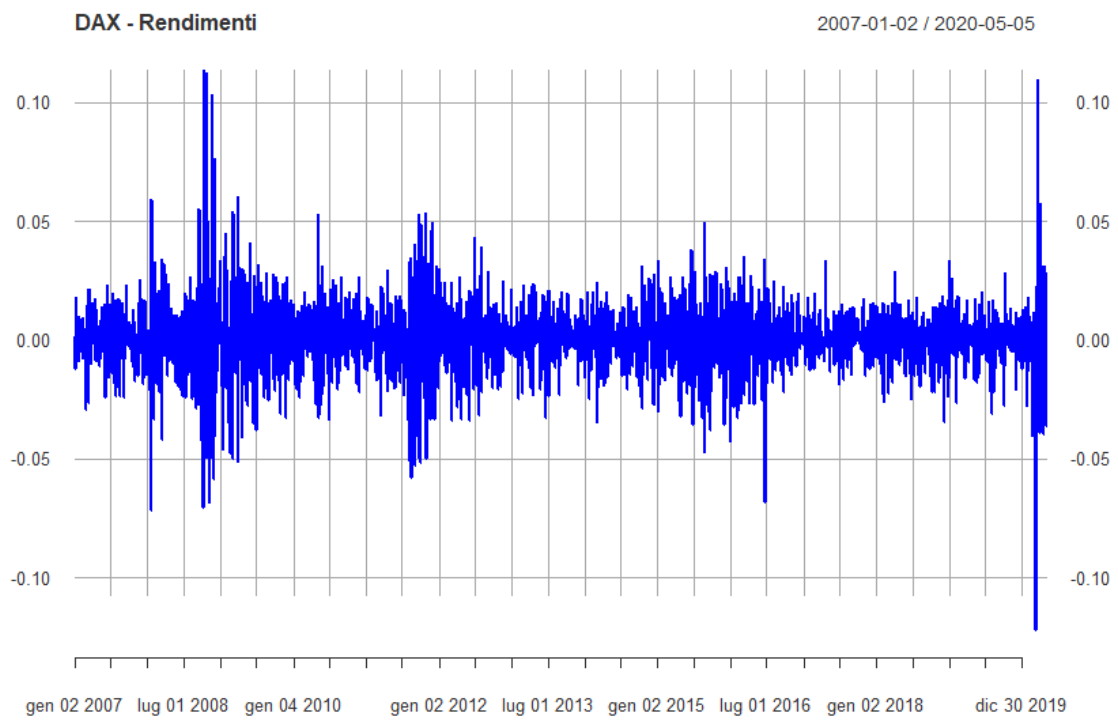


Figura 172 - Grafico dei rendimenti giornalieri dell'indice DAX

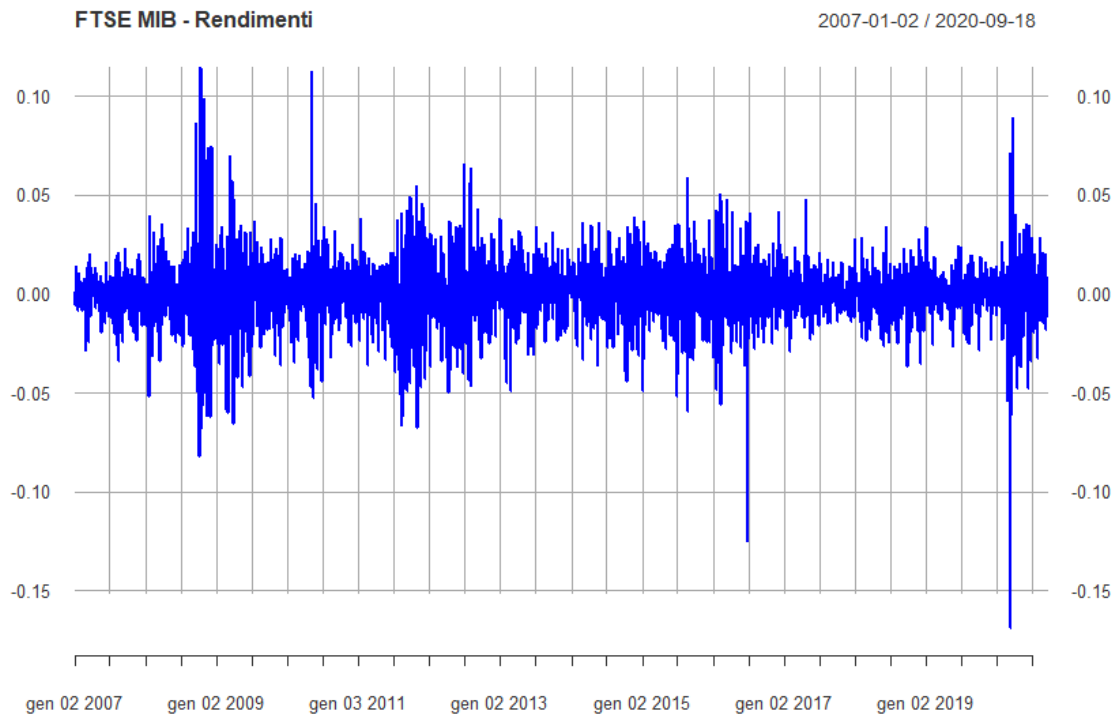


Figura 183 - Grafico dei rendimenti giornalieri dell'indice FTSE MIB

Come evidenziato dai grafici dei rendimenti dei diversi indici di mercato, si nota come tali rendimenti giornalieri siano tutti concentrati attorno alla media – di poco maggiore allo 0 per gli indici americani e tedesco e di poco inferiore allo 0 per l'indice *FTSE MIB* – ad esclusione di sporadiche giornate di contrattazione in cui il valore se ne discosta molto significativamente¹⁶.

Interessante è infine l'analisi della distribuzione delle frequenze dei rendimenti, che assume una forma a campana leptocurtica per ogni indice, con una maggior presenza di valori estremi rispetto ad una distribuzione normale.

¹⁶ N. Nicholas Taleb si riferisce a queste particolari giornate di contrattazione come a "cigni neri" (*il cigno nero* – 2007)

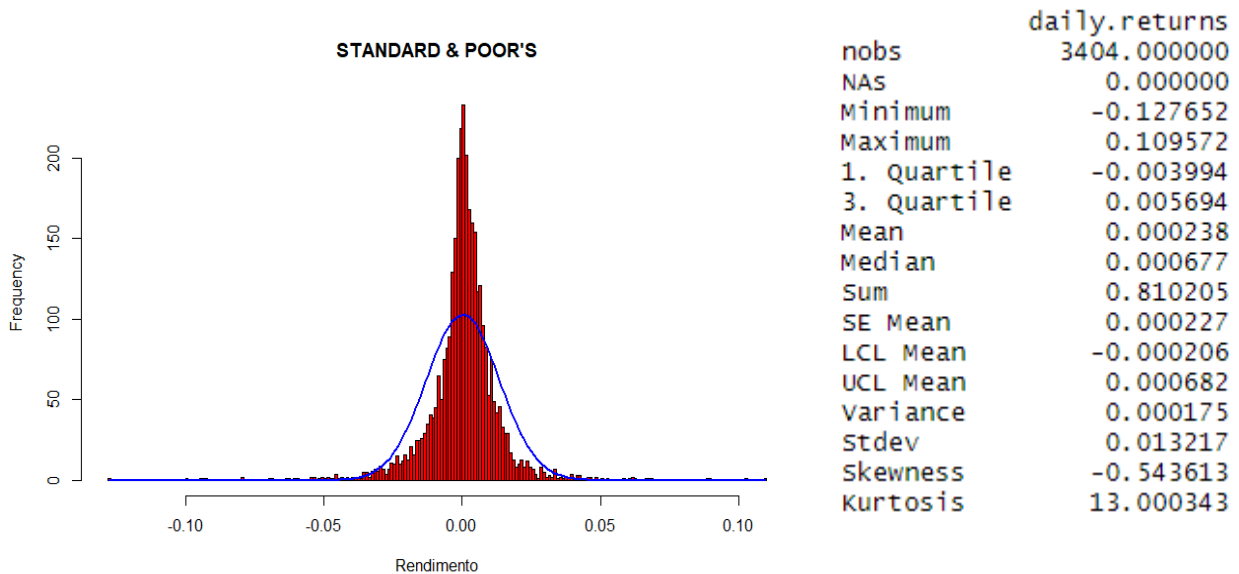


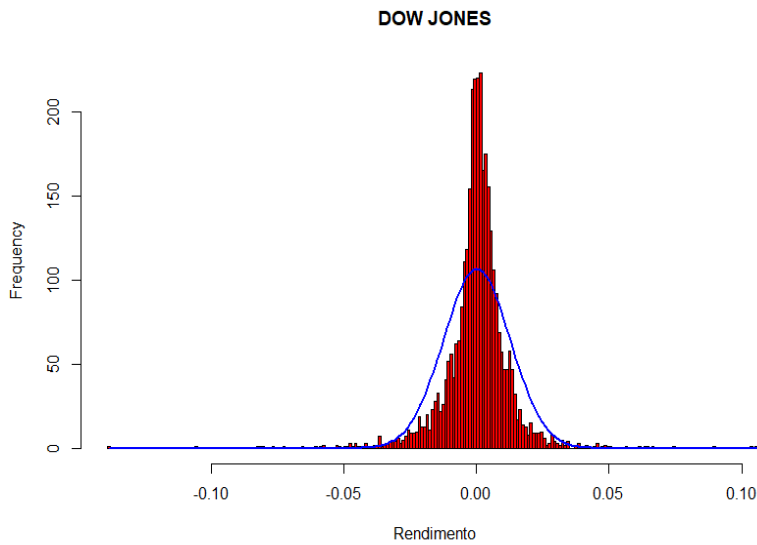
Figura 194 - Funzione densità S&P 500

Tabella 2 - Statistiche di base S&P 500

L'indice S&P 500 presenta infatti una media dello 0.024% di rendimento giornaliero ed una mediana che si attesta allo 0.068%, oltre ad una deviazione standard del 1.32%. Già dalla mera analisi della media e della mediana, si può supporre che il grafico sia asimmetrico verso i rendimenti negativi. Infatti, essendo la media inferiore alla mediana, si può concludere considerando che i rendimenti negativi hanno un maggior peso rispetto a quelli positivi.

Tale considerazione trova conferma nell'indice di simmetria (*skewness*) che presenta per l'appunto un valore negativo di -0.54.

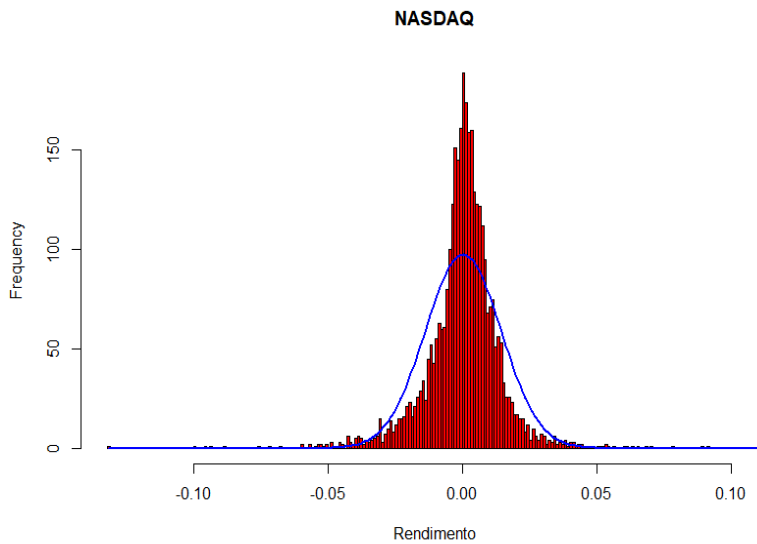
Infine, si noti l'elevato valore che assume l'indice di curtosi: per una variabile casuale normale, l'indice di curtosi dovrebbe attestarsi intorno al valore 3. In questo caso, tale indice assume addirittura il valore di 13, denotando una elevata leptocurtosi, indicando quindi che la stragrande maggioranza dei rendimenti giornalieri si attesta attorno al valore medio (per lo S&P 500 lo 0.024%).



| | daily.returns |
|-------------|---------------|
| nobs | 3358.000000 |
| NAS | 0.000000 |
| Minimum | -0.138418 |
| Maximum | 0.107643 |
| 1. Quartile | -0.003998 |
| 3. Quartile | 0.005329 |
| Mean | 0.000193 |
| Median | 0.000563 |
| Sum | 0.649483 |
| SE Mean | 0.000217 |
| LCL Mean | -0.000232 |
| UCL Mean | 0.000618 |
| Variance | 0.000158 |
| Stdev | 0.012560 |
| Skewness | -0.452979 |
| Kurtosis | 15.979857 |

Figura 205 - Funzione densità Dow Jones

Tabella 3 – Statistiche di base Dow Jones



| | daily.returns |
|-------------|---------------|
| nobs | 3453.000000 |
| NAS | 0.000000 |
| Minimum | -0.131492 |
| Maximum | 0.111594 |
| 1. Quartile | -0.004840 |
| 3. Quartile | 0.007052 |
| Mean | 0.000433 |
| Median | 0.001078 |
| Sum | 1.493851 |
| SE Mean | 0.000240 |
| LCL Mean | -0.000038 |
| UCL Mean | 0.000903 |
| Variance | 0.000199 |
| Stdev | 0.014109 |
| Skewness | -0.501994 |
| Kurtosis | 9.231490 |

Figura 216 - Funzione densità Nasdaq

Tabella 4 - Statistiche di base Nasdaq

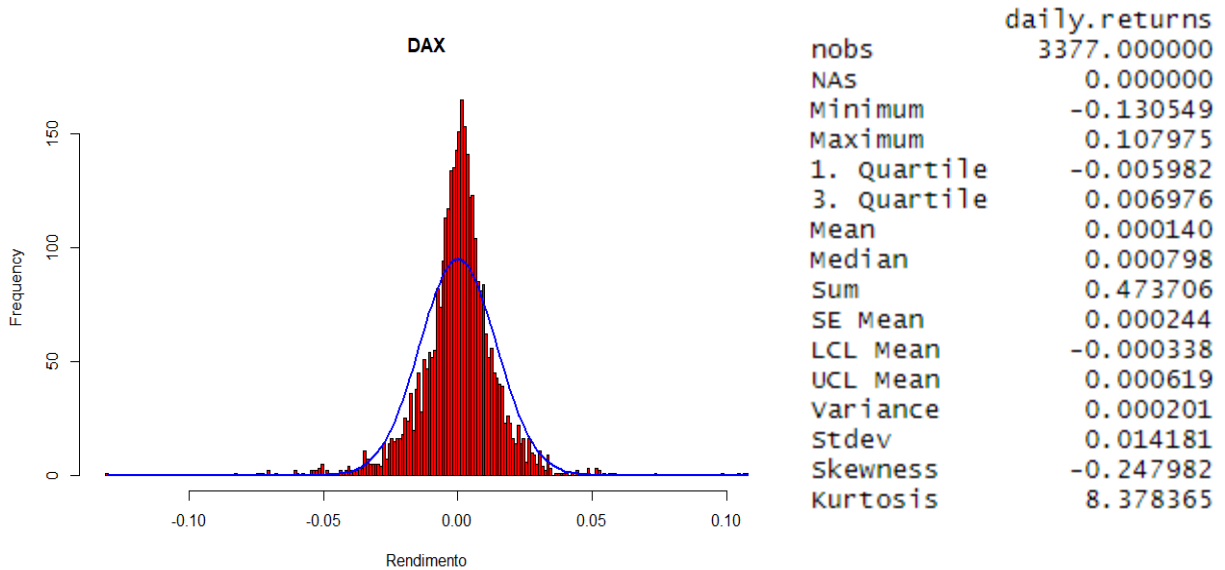


Tabella 5 - Statistiche di base DAX

Figura 227 - Funzione densità DAX

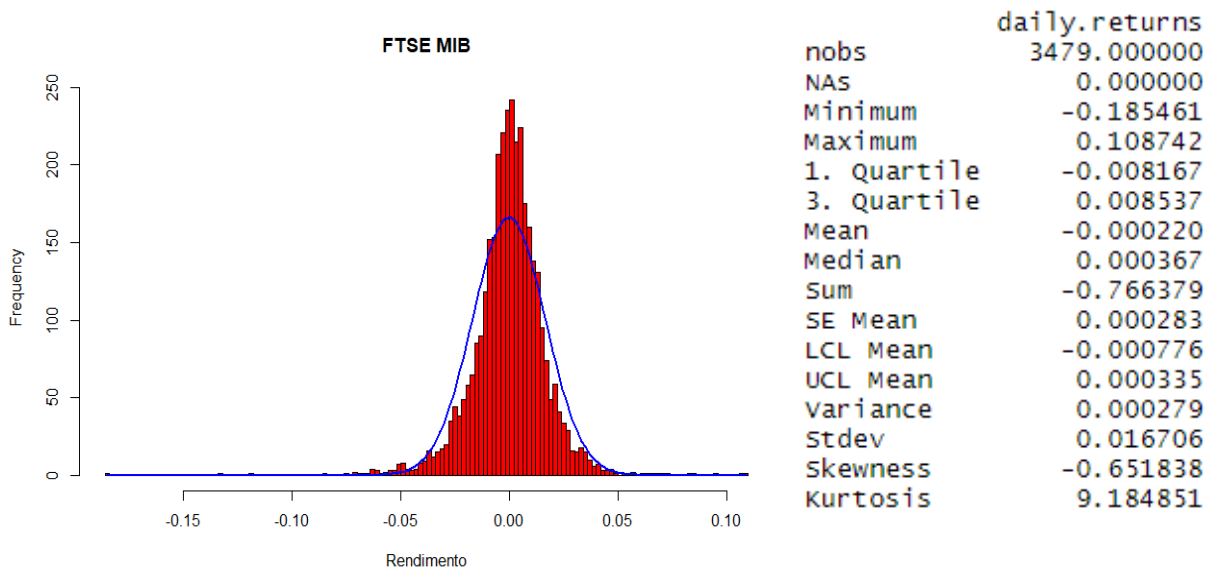


Tabella 6 - Statistiche di base FTSE MIB

Figura 238 - Funzione densità FTSE MIB

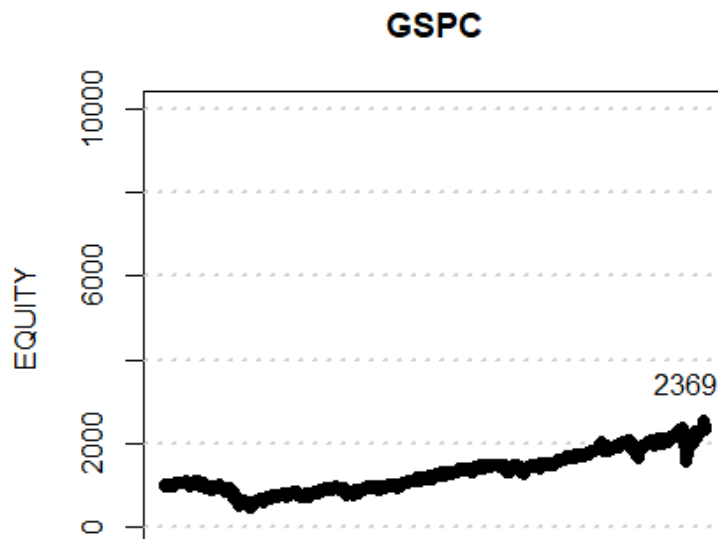
Risulta inoltre evidente, come espresso in precedenza, quanto l'indice italiano FTSE MIB sia maggiormente asimmetrico a sinistra, con una coda negativa ben più ampia rispetto agli altri e con una deviazione standard maggiore rispetto a tutti gli altri indici esaminati.

Si può quindi affermare che nessun indice di mercato ha i rendimenti distribuiti in maniera normale attorno alla loro media.

3.4 Applicazione dell' algoritmo ai principali indici di mercato

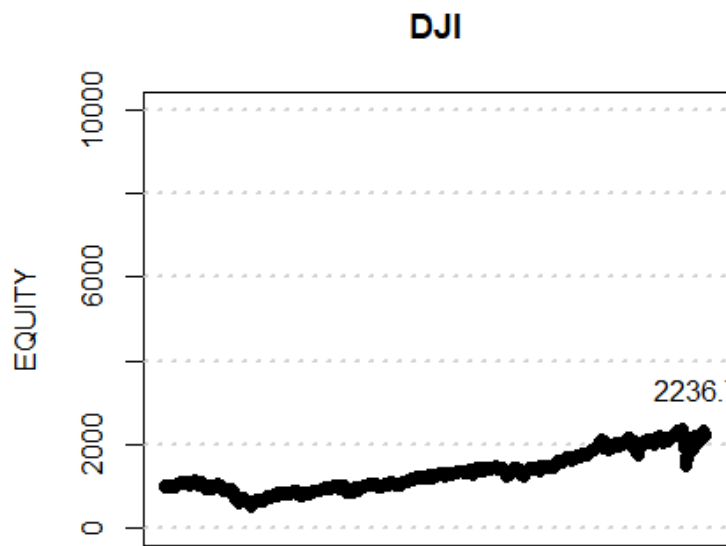
Dopo una prima parte relativa allo studio ed alla creazione del programma, si è verificata l'efficienza dell'algoritmo attraverso l'analisi dei principali indici di mercato, più precisamente gli indici americani *S&P 500*, *DOW JONES* e *NASDAQ*, l'indice italiano *FTSE MIB* e l'indice tedesco *DAX*¹⁷. Per ogni indice è stato calcolato il rendimento annuale attraverso una semplice funzione che simula un ingresso nel mercato al tempo $t=1$ con una equity di € 1.000 - \$ 1000 nel caso degli indici americani - ed un mantenimento della posizione per tutta la serie storica scaricata.

Di seguito sono riproposti il grafico relativo alla serie storica oggetto di analisi in aggiunta al calcolo del rendimento annualizzato dell'indice:

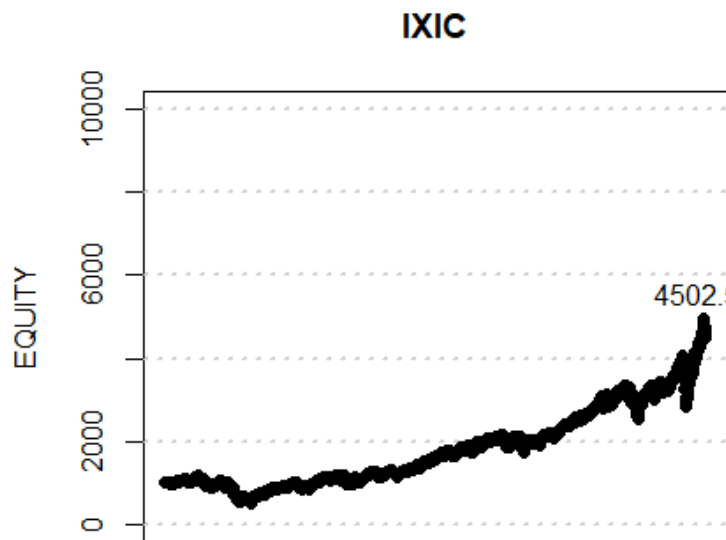


```
## [1] Equity: 2369.766
## [1] Rendimento annualizzato: 0.05650972
## [1] % segnali positivi: 0.546770923834347
```

¹⁷ I codici Yahoo! Finance sono rispettivamente: ^GSPC, ^DJI, ^IXIC, FTSEMIB.MI, ^GDAXI

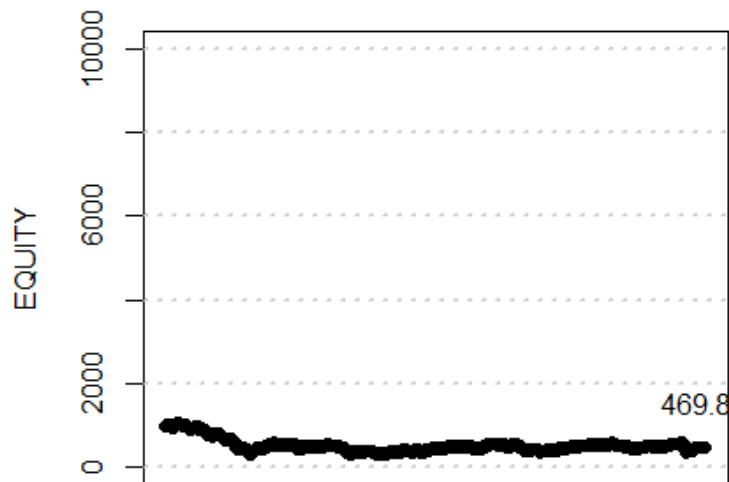


```
## [1] Equity: 2236.718  
## [1] Rendimento annualizzato: 0.05262742  
## [1] % segnali positivi: 0.541558065450333
```



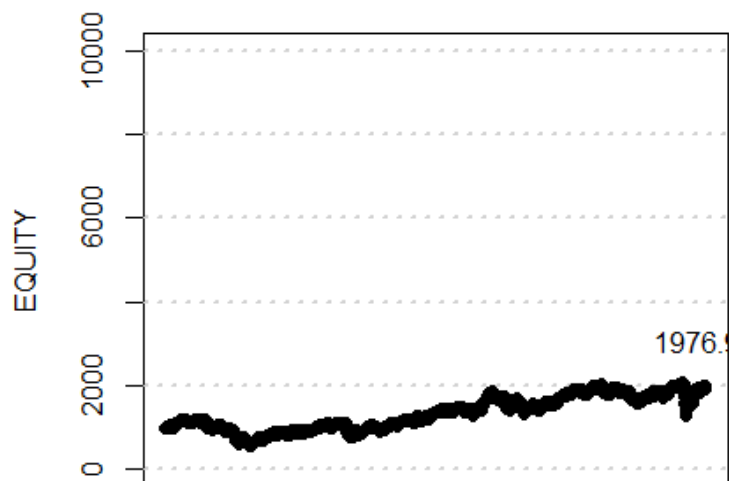
```
## [1] Equity: 4502.501  
## [1] Rendimento annualizzato: 0.1006097  
## [1] % segnali positivi: 0.557486243845931
```

FTSEMIB



```
## [1] Equity: 469.8098
## [1] Rendimento annualizzato: -0.04664756
## [1] % segnali positivi: 0.511641276228801
```

GDAXI



```
## [1] Equity: 1976.929
## [1] Rendimento annualizzato: 0.04410554
## [1] % segnali positivi: 0.531663788140472
```

I risultati ottenuti con una semplice strategia *Buy & Hold* sono confrontati con la strategia che deriva dall'utilizzo dell'algorithmo della configurazione a bandiera. Nella prima analisi

si sono utilizzati come parametri una finestra temporale pari a $n=10$ e $n=20$, e un *fitvalue* pari a $FV=1, 2$ e 3 . Nella tabella 7 sono riportati i risultati ottenuti evidenziando in rosso e combinazioni dei parametri che hanno portato a dei risultati peggiori rispetto alla strategia B&H:

| NO TRAILING STOP LOSS | | | <i>Fit Value</i> | | | | | |
|------------------------------|---------------------|----------|------------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|
| <i>Indice</i> | <i>Buy&Hold</i> | <i>n</i> | <i>FV = 1</i> | | <i>FV = 2</i> | | <i>FV = 3</i> | |
| | | | <i>segnali</i> | <i>rendimento</i> | <i>segnali</i> | <i>rendimento</i> | <i>segnali</i> | <i>rendimento</i> |
| <i>S&P500</i> | 5.65% | 10 | 246 | 7.88% | 171 | 8.76% | 89 | 4.79% |
| | | 20 | 103 | 11.62% | 62 | 8.30% | 29 | 5.19% |
| <i>DOW JONES</i> | 5.26% | 10 | 267 | 1.93% | 176 | 3.50% | 98 | 2.06% |
| | | 20 | 104 | 6.38% | 60 | 14.93% | 25 | 11.46% |
| <i>NASDAQ</i> | 10.06% | 10 | 252 | 16.04% | 163 | 15.70% | 99 | 15.57% |
| | | 20 | 94 | 17.15% | 46 | 20.73% | 18 | 20.76% |
| <i>FTSE MIB</i> | -4.66% | 10 | 254 | -9.30% | 169 | -4.75% | 93 | 0.29% |
| | | 20 | 94 | 4.64% | 58 | 0.60% | 21 | -10.01% |
| <i>DAX</i> | 4.41% | 10 | 271 | 9.81% | 195 | 9.90% | 110 | 7.77% |
| | | 20 | 103 | 12.21% | 62 | 12.67% | 23 | 7.92% |
| <i>media</i> | 4.14% | 10 | 5.27% | | 6.62% | | 6.10% | |
| | | 20 | 10.40% | | 11.45% | | 7.07% | |

Tabella 7 - Risultati dell' algoritmo per diversi valori di *FV* (*fitvalue*) e *n* (ampiezza della finestra temporale). Periodo di osservazione dal 03.01.2017 al 18.09.2020

In questa prima tabella i rendimenti annuali sono ottenuti applicando una strategia che non prevede l'applicazione del *trailing stop loss* e quindi mediante l'utilizzo di un *take profit* sempre pari al doppio del valore dello *stop loss* (viene infatti impostato il *take profit* ad un valore pari al range di variazione dei prezzi, mentre lo *stop loss* è pari alla metà di tale valore). Come si può notare i risultati ottenuti forniscono dei dati interessanti. Innanzitutto, si nota come il rendimento annuale ottenuto sia superiore al rendimento del mero *buy & hold* ad eccezione del *Dow Jones* con $n=10$ e dei casi $FV=3$ per lo *S&P 500* e le combinazioni $FV=1,2$ $n =10$ e $FV=3, n=20$ per il *FTSEMIB*. Tali risultati sono stati ottenuti nonostante gli indici selezionati siano stati tutti (o quasi) in un forte trend positivo per tutto il periodo analizzato, con pochi momenti di "pausa" del trend in essere, caratteristica essenziale per il buon funzionamento della conformazione grafica a bandiera; inoltre, tale caratteristica del mercato massimizza il rendimento della strategia *buy & hold* in quanto permette di ridurre al minimo i costi di transazione contestualmente ad un continuo

aumento dei prezzi. Si può vedere, inoltre, come per un valore di *fit value* uguale a 3, vi siano pochi segnali forniti, causando una media di rendimento inferiore, data dalla distorsione relativa al calcolo mediante l'utilizzo di pochi dati.

Altro dato interessante è quello relativo alla finestra mobile temporale utilizzata per il calcolo della matrice delle frequenze: mentre per un periodo uguale a 10 giorni osserviamo un maggior numero di segnali forniti dal sistema, con un periodo di $n=20$ giorni si può notare come il rendimento atteso sia notevolmente maggiore rispetto a quello dato dall'utilizzo del semplice *buy & hold* e dall'utilizzo di cicli inferiori.

Tale risultato è riconducibile al fatto che un periodo di analisi maggiore comporta una sorta di compensazione del rumore presente all'interno della serie storica presa in esame, in quanto i movimenti di brevissimo periodo del mercato sono mediati dall'utilizzo di un maggiore orizzonte temporale. Mentre per $n=10$ ogni prezzo di chiusura viene automaticamente mappato nella casella corrispondente della matrice con peso=1, con $n=20$ ogni colonna della matrice presenterà pesi inferiori (in questo caso un peso di 0.5 per ogni cella), andando quindi a diminuire l'importanza dei movimenti di mercato di correzione del trend e quindi corrispondenti al "rumore di fondo" dello stesso.

Si è scelto di non presentare in questa sede i risultati delle analisi con orizzonti temporali maggiori poiché il numero di segnali sarebbe stato inferiore e, sebbene il rendimento atteso fosse maggiore in tali casi, il basso numero di iterazioni effettuate avrebbe reso lo studio di minore rilevanza.

In sintesi, i risultati ottenuti utilizzando il trading system basato sulla figura a bandiera in assenza del *trailing stop loss*, sono buoni consentendo di ottenere profitti maggiori rispetto al semplice *buy & hold*.

Si presentano ora i risultati ottenuti aggiungendo il *trailing stop loss* (TSL) al programma:

| TRAILING STOP LOSS | | | <i>Fit Value</i> | | | | | |
|---------------------------|---------------------|----------|------------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|
| <i>Indice</i> | <i>Buy&Hold</i> | <i>n</i> | <i>FV = 1</i> | | <i>FV = 2</i> | | <i>FV = 3</i> | |
| | | | <i>segnali</i> | <i>rendimento</i> | <i>segnali</i> | <i>rendimento</i> | <i>segnali</i> | <i>rendimento</i> |
| <i>S&P500</i> | 5.65% | 10 | 557 | 15.59% | 364 | 9.93% | 200 | 10.09% |
| | | 20 | 415 | 15.94% | 251 | 16.49% | 102 | 1.23% |
| <i>DOW JONES</i> | 5.26% | 10 | 543 | 22.79% | 365 | 20.20% | 204 | 16.85% |
| | | 20 | 392 | 15.42% | 229 | 17.50% | 107 | 5.04% |
| <i>NASDAQ</i> | 10.06% | 10 | 588 | 28.86% | 395 | 26.43% | 242 | 33.07% |
| | | 20 | 418 | 28.79% | 258 | 32.92% | 130 | 40.62% |
| <i>FTSE MIB</i> | -4.66% | 10 | 607 | 4.60% | 404 | -2.87% | 207 | -6.09% |
| | | 20 | 440 | 4.93% | 256 | 5.63% | 106 | -1.64% |
| <i>DAX</i> | 4.41% | 10 | 612 | 14.59% | 392 | 5.33% | 235 | 9.87% |
| | | 20 | 425 | 20.06% | 248 | 3.47% | 109 | -3.70% |
| <i>media</i> | 4.14% | 10 | 17.29% | | 11.80% | | 12.76% | |
| | | 20 | 17.03% | | 15.20% | | 8.31% | |

Tabella 8 - Risultati dell' algoritmo con applicazione del trailing stop loss per diversi valori di *FV* (*fitvalue*) e *n* (ampiezza della finestra temporale). Periodo di osservazione dal 03.01.2017 al 18.09.2020

L'inserimento di tale funzionalità ha portato ad un maggior numero di segnali, dato che applicando il *TSL* la durata media di mantenimento della posizione diminuisce di molto. Questo avviene perché nel caso in cui i rintracciamenti fisiologici raggiungano il valore di *stop loss* (fissato nel caso di studi pari a -0.5% il valore dell'ultima chiusura nell'area di profitto), la posizione si chiuderà automaticamente. È evidente come sia più facile il raggiungimento di tale valore rispetto al raggiungimento del livello di *take profit*. Ciò comporta una riduzione dei giorni in cui la nostra *equity* sarà interamente impegnata nel mantenimento della posizione, con la conseguenza di vanificare eventuali ulteriori segnali di acquisto (i segnali forniti sono oltre il doppio di quelli derivanti dall'utilizzo del codice senza l'ausilio del *TSL*).

L'elevato numero di segnali che raggiungono l'area di profitto ha inoltre notevolmente incrementato il rendimento annuale atteso, che in questo caso raggiunge valori decisamente elevati.

Altra differenza rilevante dall'analisi precedente è la convenienza ad utilizzare un orizzonte temporale inferiore: in questo caso infatti i movimenti di brevissimo periodo considerati "rumore di fondo", hanno un effetto benefico e portano alla chiusura in profitto di moltissime operazioni, generando possibili elevati guadagni.

Analizzando singolarmente ogni indice si può vedere come in quasi tutte le situazioni (eccezion fatta per 5 casi), il sistema ha portato ad un elevato miglioramento del tasso di rendimento annualizzato nonché alla diminuzione del rischio in relazione al fatto che, mentre nel *buy & hold*, essendo costantemente presenti all'interno del mercato indipendentemente dalla direzione in cui il mercato momentaneamente si muove si possono incorrere in elevate perdite nel caso in cui si verificano i cosiddetti "cigni neri", nel trading system movimenti avversi portano ad una chiusura rapida della posizione e quindi all'uscita dal mercato.

Dal risultato dell'analisi appena effettuata, si può affermare come l'algoritmo possa essere considerato un valido metodo e strumento di trading automatico, in grado di fornire una elevata percentuale di segnali positivi e capace di overperformare stabilmente il *benchmark* dato dal rendimento annuale degli indici di mercato. Il problema del basso numero di segnali forniti può essere mediato attraverso l'analisi di più indici e titoli simultaneamente.

3.5 L'ottimizzazione dei dati di input: la Particle Swarm Optimization

Dopo aver analizzato le performance dell'algoritmo con alcuni parametri scelti soggettivamente, l'analisi della validità dell'algoritmo è proseguita attraverso la ricerca dei migliori parametri di input, che consentono di ottimizzare il numero di segnali positivi forniti dal trading system. A tal fine è stata utilizzata come tecnica di ottimizzazione la *Particle Swarm Optimization* (letteralmente ottimizzazioni con sciame di particelle), ossia un metodo meta-euristico di ottimizzazione ispirato al movimento degli sciame di insetti (stormi di uccelli o banchi di pesci). In breve, l'algoritmo di ottimizzazione ricerca ad ogni iterazione un "candidato ottimo" nello spazio di ricerca, analizzato attraverso un parametro di qualità e adattabilità (anche in questo caso si parla quindi di *fit value*). In R esiste un pacchetto che permette di implementare tale ottimizzatore. Si tratta del pacchetto denominato "*psoptim*" che al suo interno presenta una funzione di *particle swarm optimization* particolarmente efficace per l'obiettivo prefissato. Avendo come obiettivo la ricerca del valore ottimo di *fit value* da inserire nella funzione implementata in questa tesi, si sono assunti come costanti il parametro relativo al periodo di analisi (m)

e l'importo, lasciato come unica variabile il *fit value*. Successivamente si è provveduto ad una ulteriore modifica del codice, eliminando le iterazioni che fornissero un basso numero di segnali positivi in modo da ottenere un'ottimizzazione che fosse quanto più possibile in linea con la maggioranza dei casi e non quindi frutto di distorsioni relative alla bassa numerosità campionaria. È bastato quindi creare una piccola funzione che richiamasse la procedura di ottimizzazione e che permettesse di testare lo script con un vettore di numeri anziché con un singolo numero. Ciò è possibile in R mediante l'utilizzo della funzione *sapply*. La funzione *psoptim* infine, viene avviata impostando come parametri il numero di particelle su cui effettuare l'analisi, il numero di iterazioni nonché il valore minimo e massimo che dovranno assumere tali particelle¹⁸.

```
ottimizzazione<-function(x){
  sapply(x,flag19)
}
psoptim(ottimizzazione, n=25, max.loop=100, xmin=0, xmax=10, anim=TRUE)
```

Il risultato dell'ottimizzazione relativa all'indice *S&P 500* è un *fit value* ottimale di 4.85, che dal 2007 ad oggi ha generato segnali positivi in oltre l'88% dei casi, come si può notare dal grafico risultante dalla PSO, con un tasso di rendimento annualizzato del 20%, ben oltre il tasso di rendimento annuale effettivo dell'indice, attestatosi attorno al 4.5%. Senza l'utilizzo della PSO si è visto come il rendimento nell'indice americano *S&P 500* fosse ben inferiore a quanto risultato attraverso la funzione di ottimizzazione. Tale indicazione fa ben sperare in una validità ed efficacia nell'utilizzo del trading system ottimizzato, sebbene il numero di segnali fornito non sia rilevante – si ricorda comunque che di base il rapporto rischio/rendimento di tale script è 2/1 - il *take profit* è infatti impostato ad un valore doppio dello *stop loss* -. Tuttavia, un elevato numero di segnali forniti comporterebbe ad un aumento considerevole dei costi (commissioni di acquisto/vendita, nonché tasse sulle plusvalenze) tale per cui il risultato positivo ottenuto dall'applicazione dell'algoritmo verrebbe notevolmente ridotto.

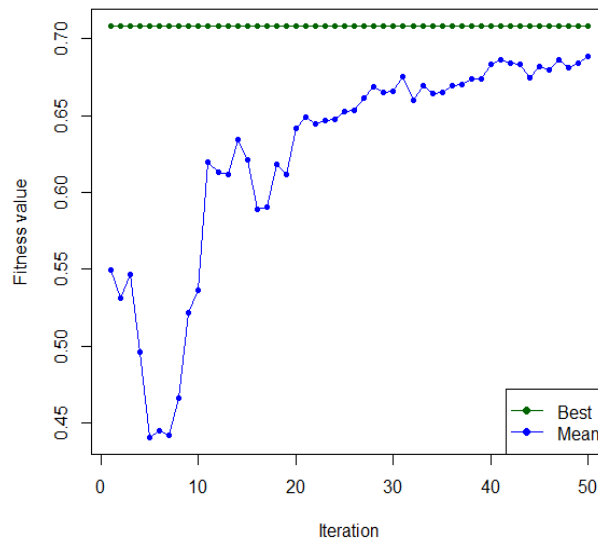
Aspetto di primaria importanza è però quello di verificare se tale ottimizzazione possa portare benefici anche per gli altri indici di mercato cioè se abbia una buona capacità di

¹⁸ In questo caso, essendo il problema la ricerca del parametro di *fit value*, le particelle dovranno assumere valori compresi tra 0 e 10.

¹⁹ È stata precedentemente modificata la funzione *flag* in modo da renderla dipendente da una sola variabile (*fit value*), inizializzando come costanti i parametri *x*, *m*, *importo*. (Appendice 3)

generalizzazione. È noto che ogni mercato presenta le proprie caratteristiche e la propria volatilità e quindi hanno una propria unicità.

Si analizzano quindi i risultati della relativa *Particle Swarm Optimization* sul fit value:



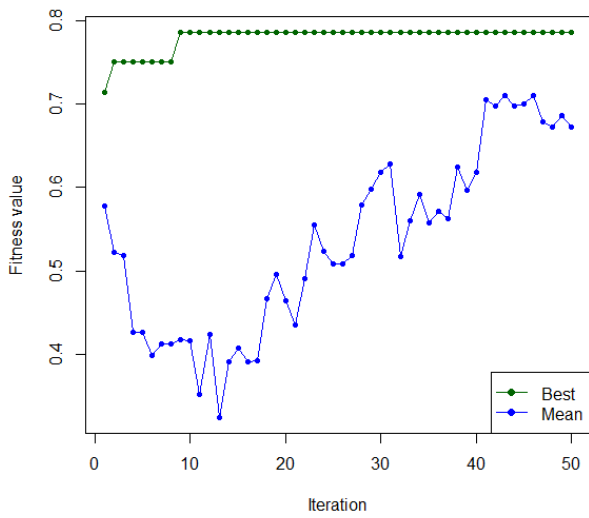
```

sol
      x1
[1,] 3.942085 → fitvalue ottimo

val
[1] 0.7083333 → percentuale di segnali profittevoli
    
```

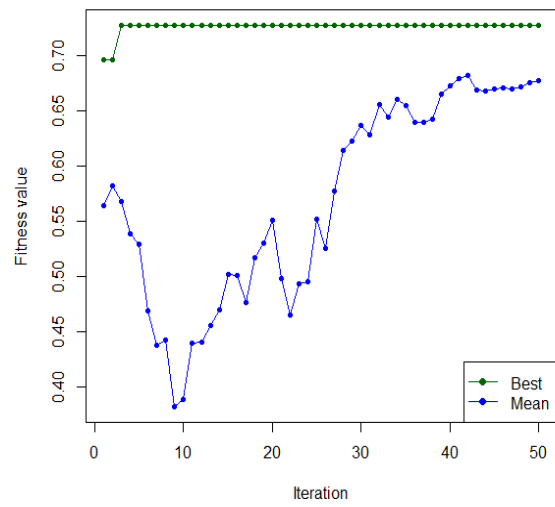
L'output fornito dalla *Particle Swarm Optimization* restituisce nella prima riga il *fit value* ottimo, e nella seconda riga la percentuale di segnali rilevatisi profittevoli. Si noti come vi sia una percentuale notevolmente elevata: difficilmente in caso di selezione di titoli/indici per un mero *buy & hold* senza aver effettuato una analisi approfondita dei fondamentali degli stessi si riuscirebbe ad avere una così alta percentuale di positività (70.83% di segnali chiusi con profitto).

Di seguito viene proposto il risultato dell'ottimizzazione per tutti gli indici oggetto di analisi:



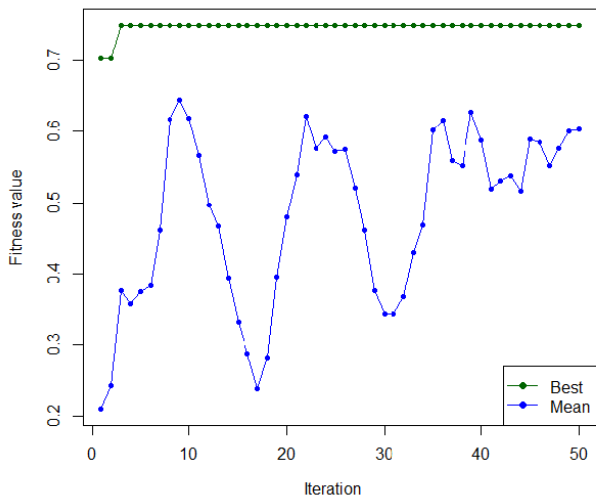
```
$sol
      x1
[1,] 5.257815

$val
[1] 0.7857143
```



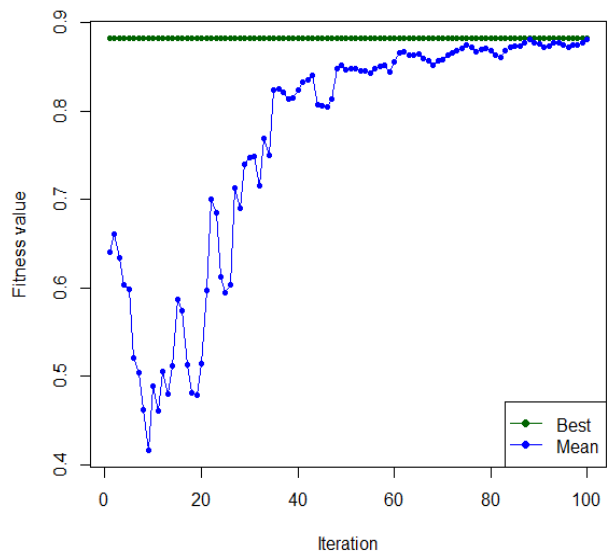
```
$sol
      x1
[1,] 4.934591

$val
[1] 0.7272727
```



```
$sol
      x1
[1,] 4.600366

$val
[1] 0.75
```



```
$sol
      x1
[1,] 4.847488

$val
[1] 0.8823529
```

Dai grafici dell'ottimizzazione si evince come, all'aumentare del numero di iterazioni vi sia sempre più un avvicinamento al valore ottimo rilevato, in quanto in ogni processo iterativo vengono selezionati solamente i valori di *fit value* che consentono di massimizzare la percentuale di segnali profittevoli. Da una prima analisi si può notare come il risultato ottenuto sia molto soddisfacente in quanto le percentuali di segnali positivi ottenuti sono molto elevate, in alcuni casi, come per lo *S&P 500* e il *DJI* si può osservare come il sistema riesca a fornire oltre il 78% di segnali positivi. Annualizzando i rendimenti ottenuti attraverso l'utilizzo di tali valori di *fit value* in modo da poterli confrontare con la semplice strategia *buy & hold*, si nota come l'algoritmo possa portare a rendimenti annuali decisamente elevati:

| PARTICLE SWARM OPTIMIZATION | | | | | | |
|------------------------------------|---------------------|----------|----------------|------------------|---------------------------|---------------------------|
| <i>Indice</i> | <i>Buy&Hold</i> | <i>n</i> | <i>segnali</i> | <i>Fit Value</i> | <i>% segnali positivi</i> | <i>Rend. Annualizzato</i> |
| <i>S&P500</i> | 5.65% | 10 | 200 | 3.01 | 53.33% | 10.10% |
| | | 20 | 17 | 4.85 | 88.24% | 20.27% |
| <i>DOW JONES</i> | 5.26% | 10 | 26 | 5.78 | 69.23% | 35.73% |
| | | 20 | 14 | 5.26 | 78.57% | 26.32% |
| <i>NASDAQ</i> | 10.06% | 10 | 68 | 4.86 | 58.82% | 25.69% |
| | | 20 | 22 | 4.93 | 72.73% | 48.25% |
| <i>FTSE MIB</i> | -4.66% | 10 | 148 | 3.54 | 54.05% | 7.53% |
| | | 20 | 12 | 4.60 | 75.00% | 35.69% |
| <i>DAX</i> | 4.41% | 10 | 226 | 2.25 | 52.01% | 9.22% |
| | | 20 | 29 | 3.94 | 70.83% | 29.18% |
| <i>media</i> | 4.14% | 10 | 134 | 3.89 | 57.49% | 17.65% |
| | | 20 | 19 | 4.58 | 77.07% | 31.94% |

Tabella 9 - Risultati dell'algoritmo con *fitvalue* ottimo secondo la *PSO*, *trailing stop loss* e *n* (ampiezza della finestra temporale). Periodo di osservazione dal 03.01.2007 al 18.09.2020.

In questa tabella si nota immediatamente il beneficio della *Particle Swarm Optimization*. I rendimenti annuali aumentano notevolmente come anche la percentuale di segnali positivi forniti attraverso l'ottimizzazione.

I rendimenti infatti sono ben più elevati rispetto a quanto realizzato mediante l'applicazione del codice con l'ausilio del *trailing stop loss* e addirittura sono 3 volte superiori rispetto alla semplice applicazione della strategia con *stop loss* e *take profit* definiti a priori.

L'unico aspetto negativo derivante dall'utilizzo di una strategia basata solamente sui segnali forniti dal codice ottimizzato, risulta il numero di ingressi nel mercato: rappresentando infatti per la quasi totalità dei casi un valore di *fit value* maggiore rispetto a quelli esaminati in precedenza, il numero dei segnali cala ulteriormente rendendo la strategia tanto profittevole quanto difficile da realizzare con un portafoglio costituito dai soli indici selezionati e mediante l'utilizzo dei dati giornalieri.

Analizzando nel dettaglio i risultati vediamo come ogni indice tragga beneficio da tale ottimizzazione, sia considerando un orizzonte temporale di 10 giorni che uno di 20 giorni. Addirittura, l'indice italiano *FTSE MIB* passa da un rendimento annuo negativo del -4.66% a rendimenti positivi del 7.53% e del 38.52% mentre per gli altri indici la scelta di un orizzonte temporale di 20 giorni porta a rendimenti doppi rispetto all'utilizzo di $n=10$.

Si potrebbe quindi suggerire una strategia in 2 fasi: nella prima fase si utilizza il *fit value* ottimale, che genera segnali nella stragrande maggioranza positivi; nel caso in cui tale analisi non fornisca segnali di ingresso nel mercato, si passa in un secondo momento a ricercare momenti di ingresso utilizzando i parametri analizzati nelle tabelle 1 e 2.

In questo caso si avranno quindi segnali di 2 livelli differenti: i segnali di primo livello consentono un ingresso nel mercato in maniera più aggressiva, utilizzando una maggior quantità di capitale a disposizione; i segnali di secondo livello, più comuni, suggeriscono un'entrata che porterà ad un probabile guadagno, ma il rischio sarà comunque più elevato con il conseguente suggerimento di riservare a tali segnali una inferiore percentuale del capitale.

Così facendo si ridurrà il rischio di concentrazione permettendo quindi una maggiore differenziazione del nostro portafoglio nel caso in cui vi siano più indici/titoli che forniscano un segnale di ingresso.

Conclusione

In questo elaborato si è dapprima effettuato un breve excursus sull'analisi tecnica in generale, evidenziandone le differenze con l'analisi fondamentale e andando ad esporre quelle che sono le principali caratteristiche della stessa.

Si è vista così la differenza tra lo studio del grafico attraverso le conformazioni grafiche tipiche dei prezzi e lo studio delle serie storiche mediante l'utilizzo degli oscillatori e indicatori.

Il vantaggio dei secondi rispetto ai primi è che forniscono un valore numerico mentre i primi, le conformazioni grafiche, sono soggette ad un'analisi fortemente soggettiva che dipende molto anche dall'esperienza del trader. A tal fine, si è cercato di rendere misurabile una conformazione grafica ben nota in letteratura, quella a bandiera. A partire dall'articolo di *Leigh et al.* (2002), si è creato uno script di trading automatico basato sulla conformazione grafica suddetta e più in particolare nella sua connotazione rialzista: si parla infatti di trading system relativo al *bull flag pattern*.

La peculiarità dello script consisteva nel fornire segnali di ingresso nel mercato, nel caso in cui il valore di adattabilità della matrice 10x10 dei pesi ricavata dai prezzi degli ultimi 10 e 20 giorni fosse superiore ad un valore preimpostato, compreso tra 0 e 10, e di chiusura della posizione nel caso in cui il prezzo raggiungesse valori limite, preimpostati anch'essi, di *stop loss* (e quindi chiusura in perdita) e *take profit* (chiusura in profitto).

Oltre a tali semplici valori limite il codice prevede uno *stop loss* "mobile" ossia una regola di chiusura della posizione aperta che si adattasse all'andamento del mercato: si è creato così un *trailing stop loss* in modo che, nonostante i movimenti favorevoli del mercato non raggiungessero il valore di *take profit*, la posizione venisse lo stesso chiusa in area di profitto attraverso l'innalzamento del valore di *stop loss*.

La prima analisi svolta ha utilizzato sia una regola di *stop loss* fisso che l'utilizzo del *trailing stop loss*, ha evidenziato come i rendimenti annualizzati ottenuti fossero migliori rispetto alla strategia *buy & hold*.

Un punto a sfavore dell'utilizzo di tale strategia è quindi il numero di segnali forniti che è relativamente basso, problema che può essere risolto mediante l'utilizzo di cicli temporali più corti e un valore più piccolo del parametro di *fit value*.

In questo caso vi è una minore percentuale di segnali positivi ma, nonostante ciò, il rendimento atteso annualizzato è di gran lunga superiore a quanto ottenuto attraverso la strategia *buy & hold*.

Si è scelto in questa sede di non aggiungere allo script l'analisi sui volumi durante la formazione della bandiera, ma oggetto di futuri possibili, e probabili, miglioramenti sarà sicuramente l'implementazione di un criterio basato sul loro studio, che potrebbe permettere al trading system di fornire segnali ancora più precisi.

L'ultima parte del lavoro è stato dedicato alla ricerca del valore ottimo del parametro *fit value* in termini di percentuale di segnali positivi, parametro che consente di ottenere rendimenti elevati con una buona probabilità di realizzazione.

L'ottimizzazione è stata ricercata avvalendosi dell'algoritmo *Particle Swarm Optimization*. Sebbene all'aumentare del valore del *fit value* il numero di segnali diminuisca, l'utilizzo del valore ottimo consente di ottenere risultati migliori: si è passati da un rendimento medio degli indici del 4.14% utilizzando la strategia *buy & hold*, ad un rendimento annualizzato dello script basato sulla bandiera rialzista a 10 e 20 giorni rispettivamente del 17.65% e 31.94%.

In conclusione, si può affermare che lo script creato costituisca una valida strategia di investimento che fornisca segnali di ingresso nel mercato in elevata percentuale positivi. Al termine della discussione si è suggerito una strategia in 2 fasi successive: nella prima fase si effettua un'analisi per la ricerca di segnali con i valori dei parametri ottenuti mediante l'ottimizzazione; successivamente si prosegue alla ricerca di segnali relativi ai risultati delle prime 2 tabelle, andando ad utilizzare però una minor percentuale di capitale per aprire la posizione rispetto a quanto se ne utilizzerebbe in caso di segnali migliori, in quanto la percentuale di segnali positivi risulta inferiore.

Ovviamente mercati differenti presentano caratteristiche differenti, per cui prima utilizzare il codice per qualsiasi titolo disponibile nel mercato, occorre un back test sullo stesso per verificare come il trading system risponda alle caratteristiche del titolo/indice oggetto di analisi.

APPENDICE 1: lo script

```

flag<-function(x, fitV, m, importo){
  #La funzione necessita di 4 parametri, la serie storica x (in formato xt
s) e il valore fitV, che rappresenta il fitValue che desideriamo impostare
  #il valore m (multiplo di 10) che rappresenta il nostro range temporale
di creazione della bandiera (la matrice dei pesi verrà creata sugli m gior
ni
  #precedenti) e il valore "importo" che rappresenta il nostro investment
o iniziale

  #trovo la dimensione del campione (fino a j+1 giorni fa per poter vedere
i prezzi di chiusura - j impostato come multiplo di m), salvo l'investimen
to
  #iniziale per un successivo controllo e imposto la finestra grafica
  inviniziale=importo
  j=m
  dimensione<-dim(x)[1]-(j+1)
  par(mai=c(.54,1,.8,.54))
  nome=c(substr(names(x)[1],1,which(strsplit(names(x)[1], "")[[1]]==".")-1)
, fitV, m)
  plot(NA,xlim=c(0,dimensione),ylim=c(0,importo*10),main=nome, type="l", y
lab="EQUITY", xlab="TEMPO", xaxt="n")
  grid(NA, NULL, lwd = 2)
  positivi=0
  negativi=0
  giorni=0

  #prendo i prezzi di chiusura, di apertura, i massimi e minimi giornalier
i della serie storica
  close<-as.xts(x[,4])
  open<-as.xts(x[,1])
  high<-as.xts(x[,2])
  low<-as.xts(x[,3])

  #creo la matrice dei pesi
  pesi<-matrix(c(-0.25,-0.4,-0.45,-0.7,-1.5,-1.6,-1.6,-1.6,-1.6,-0.7,
-0.25,-0.4,-0.45,-0.6,-0.75,-1.4,-1.4,-1.4,-0.8,1,
-0.25,-0.4,-0.45,-0.55,-0.5,-0.75,-0.75,-0.5,-0.5,0.4,
-0.25,-0.4,-0.45,-0.55,-0.25,0.9,0.9,0.9,-0.15,-0.35,
-0.25,-0.5,-0.6,-0.25,0.9,1,1,1,1,-0.55,
-0.3,-0.6,-0.25,-0.8,1,0.9,0.9,0.9,0.8,-0.45,
-0.35,0.1,0.8,1,0.65,0.6,0.6,0.4,0.75,-0.15,
0.1,0.8,1,0.5,0.3,0.5,0.5,0.3,0,0.1,
0.8,1,0.5,0.35,0.15,0,0,0,0.3,0.35,
1,0.8,0.35,0,0,0,0.1,0.25,0.3),
ncol=10,nrow=10, byrow=T)

  #inizializzo i contatori n e k
  k=(m+1)
  n=k-m

```

```

#creo il ciclo while per la creazione della matrice delle frequenze
while(k<=dimensione){
  #creo il range di valori in cui sarà suddivisa la matrice delle frequenze percentuali
  range1 = diff(range(close[(k-m):(k-1)]))/10
  target = range1*10
  r=double()
  r[1]=max(close[(k-1):(k-m)])
  for(i in 1:10){
    r[i+1]=r[i]-range1
  }

  #assegno il valore 0 a tutte le celle della matrice
  frequenze=matrix(0,ncol=10,nrow=10)

  #assegno il valore 1 al contatore del repeat
  conta=1
  #creo i vari repeat per l'assegnazione delle frequenze alle varie celle della matrice

  ##--##--##--##--##--##--##--##--##--
  for(j in 1:10){
    i=1
    while(i<=m/10){
      frequenze[j,]=frequenze[j,]+rev(hist(close[n],breaks = r,plot=F)$counts)
      n=n+1
      i=i+1
    }
  }
  ##--##--##--##--##--##--##--##--##--

  #creo la matrice delle frequenze percentuali con i dati appena ricavati
  frequenze<-frequenze/(m/10)
  #moltiplico la matrice delle frequenze percentuali per la matrice dei pesi e calcolo il fit value della matrice prodotto
  fitmatrix<-frequenze*pesi
  fitvalue<-sum(fitmatrix)
  #inizializzo il contatore per la verifica dei prezzi a cui chiudere le operazioni ed imposto le % di takeprofit e stoploss
  contatore=0
  obiettivo=target/(as.numeric(close[n]))

  #se il fit value è maggiore del valore impostato in precedenza, apro l'operazione al tempo (n+1) e controllo se il minimo della giornata va a raggiungere il prezzo di sl, in caso contrario controllo se il prezzo raggiunge nella giornata il valore di tp.
  #Nel caso in cui il valore non sia raggiunto ma la giornata chiude al rialzo, aumento il valore di sl.
  #Aggiungo nel grafico il valore dell'equity ad ogni fine giornata. Se il prezzo raggiunge uno dei punti critici, esco dalla reiterazione

```

```

#ed inizio la nuova valutazione 1 giorno dopo la chiusura dell'operazi
one.
if (fitvalue>fitV){
  tp=obiettivo
  sl=-(obiettivo/2)
  repeat{
    if (((as.numeric(low[n+1+contatore])-as.numeric(open[n+1]))/as.num
eric(open[n+1]))<=sl){
      importo=importo*(1+sl)
      if(sl>=0){
        positivi=positivi+1
      }else {
        negativi=negativi+1
      }
      {break}
    }
    else {

      if (((as.numeric(high[n+1+contatore])-as.numeric(open[n+1]))/as.
numeric(open[n+1]))>=tp) {
        importo=importo*(1+tp)
        positivi=positivi+1
        {break}
      }
      else{
        if (((as.numeric(close[n+contatore+1])-as.numeric(open[n+1]))/
as.numeric(open[n+1]))>0){
          if(importo>=inviniziale){
            points(n+contatore+1,(importo*(1+((as.numeric(close[n+1+co
ntatore])-as.numeric(close[n+1]))/as.numeric(open[n+1])))), pch=19, col="g
reen")
          } else {
            points(n+contatore+1,(importo*(1+((as.numeric(close[n+1+co
ntatore])-as.numeric(close[n+1]))/as.numeric(open[n+1])))), pch=19, col="r
ed")
          }
        }
      }
    }
    contatore=contatore+1
    if(contatore>=(j-1)){
      importo=importo*(1+((as.numeric(close[n+1+contatore])-as.numer
ic(open[n])))/as.numeric(open[n]))
      {break}
    }
  }
}
}
}

#se il valore dell'equity è maggiore dell'investimento iniziale, sul g
rafico andrà ad impostare un punto verde, altrimenti questo sarà rosso.
if(importo<=0){
  importo=0

```

```

    points(n,importo, pch=19)
    {break}
  }
  conta=1
  if(importo>=inviniziale){
    points(n,importo, pch=19, col="green")
  } else {
    points(n,importo, pch=19, col="red")
  }
  giorni=giorni+contatore
  k=k+contatore+1
  n=k-m
  if (n>dimensione){break}
}
text(n, importo, labels=format(round(importo,2), nsmall=2), pos=3, offset=1)

#calcolo il tasso giornaliero per poter successivamente andare ad annualizzare i dati in modo da poter confrontare con il benchmark
#utilizzando il valore di 220 come numero di giorni nei quali sono aperte le contrattazioni in borsa
tassogiornaliero=((importo/inviniziale)^(1/(giorni))-1)
tassoannuale=((1+tassogiornaliero)^220)-1

#stampo l'importo del portafoglio contenente l'indice(titolo)
print(importo)

#stampo a video la percentuale di segnali positivi, il numero totale dei segnali ed il relativo tasso annualizzato
print(c("% Positivi:", positivi/(positivi+negativi), positivi+negativi, giorni/(positivi+negativi), tassoannuale))
}

```

APPENDICE 2: lo script con trailing stop loss

```

flag<-function(x, fitV, m, importo){
  #La funzione necessita di 4 parametri, la serie storica x (in formato xt
  s) e il valore fitV, che rappresenta il fitValue che desideriamo impostare
  #il valore m (multiplo di 10) che rappresenta il nostro range temporale
  di creazione della bandiera (la matrice dei pesi verrà creata sugli m giorni
  ni
  #precedenti) e il valore "importo" che rappresenta il nostro investment
  o iniziale

  #trovo la dimensione del campione (fino a j+1 giorni fa per poter vedere
  i prezzi di chiusura - j impostato come multiplo di m), salvo l'investimen
  to
  #iniziale per un successivo controllo e imposto la finestra grafica
  inviniziale=importo
  j=m
  dimensione<-dim(x)[1]-(j+1)
  par(mai=c(.54,1,.8,.54))
  nome=c(substr(names(x)[1],1,which(strsplit(names(x)[1], "")[[1]]==".")-1)
, fitV, m)
  plot(NA,xlim=c(0,dimensione),ylim=c(0,importo*10),main=nome, type="l", y
lab="EQUITY", xlab="TEMPO", xaxt="n")
  grid(NA, NULL, lwd = 2)
  positivi=0
  negativi=0
  giorni=0

  #prendo i prezzi di chiusura, di apertura, i massimi e minimi giornalier
  i della serie storica
  close<-as.xts(x[,4])
  open<-as.xts(x[,1])
  high<-as.xts(x[,2])
  low<-as.xts(x[,3])

  #creo la matrice dei pesi
  pesi<-matrix(c(-0.25,-0.4,-0.45,-0.7,-1.5,-1.6,-1.6,-1.6,-1.6,-0.7,
-0.25,-0.4,-0.45,-0.6,-0.75,-1.4,-1.4,-1.4,-0.8,1,
-0.25,-0.4,-0.45,-0.55,-0.5,-0.75,-0.75,-0.5,-0.5,0.4,
-0.25,-0.4,-0.45,-0.55,-0.25,0.9,0.9,0.9,-0.15,-0.35,
-0.25,-0.5,-0.6,-0.25,0.9,1,1,1,1,-0.55,
-0.3,-0.6,-0.25,-0.8,1,0.9,0.9,0.9,0.8,-0.45,
-0.35,0.1,0.8,1,0.65,0.6,0.6,0.4,0.75,-0.15,
0.1,0.8,1,0.5,0.3,0.5,0.5,0.3,0,0.1,
0.8,1,0.5,0.35,0.15,0,0,0,0.3,0.35,
1,0.8,0.35,0,0,0,0,0.1,0.25,0.3),
ncol=10,nrow=10, byrow=T)

  #inizializzo i contatori n e k
  k=(m+1)
  n=k-m

```

```

#creo il ciclo while per la creazione della matrice delle frequenze
while(k<=dimensione){
  #creo il range di valori in cui sarà suddivisa la matrice delle frequenze percentuali
  range1 = diff(range(close[(k-m):(k-1)]))/10
  target = range1*10
  r=double()
  r[1]=max(close[(k-1):(k-m)])
  for(i in 1:10){
    r[i+1]=r[i]-range1
  }

  #assegno il valore 0 a tutte le celle della matrice
  frequenze=matrix(0,ncol=10,nrow=10)

  #assegno il valore 1 al contatore del repeat
  conta=1
  #creo i vari repeat per l'assegnazione delle frequenze alle varie celle della matrice

  ##-##-##-##-##-##-##-##-##-
  for(j in 1:10){
    i=1
    while(i<=m/10){
      frequenze[j,]=frequenze[j,]+rev(hist(close[n],breaks = r,plot=F)$counts)
      n=n+1
      i=i+1
    }
  }
  ##-##-##-##-##-##-##-##-##-

  #creo la matrice delle frequenze percentuali con i dati appena ricavati
  frequenze<-frequenze/(m/10)
  #moltiplico la matrice delle frequenze percentuali per la matrice dei pesi e calcolo il fit value della matrice prodotto
  fitmatrix<-frequenze*pesi
  fitvalue<-sum(fitmatrix)
  #inizializzo il contatore per la verifica dei prezzi a cui chiudere le operazioni ed imposto le % di takeprofit e stoploss
  contatore=0
  obiettivo=target/(as.numeric(close[n]))

  #se il fit value è maggiore del valore impostato in precedenza, apro l'operazione al tempo (n+1) e controllo se il minimo della giornata va a raggiungere il prezzo di sl, in caso contrario controllo se il prezzo raggiunge nella giornata il valore di tp.
  #Nel caso in cui il valore non sia raggiunto ma la giornata chiuda al rialzo, aumento il valore di sl.
  #Aggiungo nel grafico il valore dell'equity ad ogni fine giornata. Se il prezzo raggiunge uno dei punti critici, esco dalla reiterazione

```

```

#ed inizio la nuova valutazione 1 giorno dopo la chiusura dell'operazi
one.
if (fitvalue>fitV){
  tp=obiettivo
  sl=-(obiettivo/2)
  repeat{

    if (((as.numeric(low[n+1+contatore])-as.numeric(open[n+1]))/as.num
eric(open[n+1]))<=sl){
      importo=importo*(1+sl)
      if(sl>=0){
        positivi=positivi+1
      }else {
        negativi=negativi+1
      }
      {break}
    }
    else {

      if (((as.numeric(high[n+1+contatore])-as.numeric(open[n+1]))/as.
numeric(open[n+1]))>=tp) {
        importo=importo*(1+tp)
        positivi=positivi+1
        {break}
      }
      else{
        if (((as.numeric(close[n+contatore+1])-as.numeric(open[n+1]))/
as.numeric(open[n+1]))>0){
          sl=((as.numeric(close[n+contatore+1])-as.numeric(open[n+1]))
/as.numeric(open[n+1]))-0.005
          if(importo>=inviniziale){
            points(n+contatore+1,(importo*(1+((as.numeric(close[n+1+co
ntatore])-as.numeric(close[n+1]))/as.numeric(open[n+1])))), pch=19, col="g
reen")
          } else {
            points(n+contatore+1,(importo*(1+((as.numeric(close[n+1+co
ntatore])-as.numeric(close[n+1]))/as.numeric(open[n+1])))), pch=19, col="r
ed")
          }
        }
      }
    }
    contatore=contatore+1
    if(contatore>=(j-1)){
      importo=importo*(1+((as.numeric(close[n+1+contatore])-as.numer
ic(open[n])))/as.numeric(open[n]))
      {break}
    }
  }
}
}
}

#se il valore dell'equity è maggiore dell'investimento iniziale, sul g

```

rafico andrà ad impostare un punto verde, altrimenti questo sarà rosso.

```

if(importo<=0){
  importo=0
  points(n,importo, pch=19)
  {break}
}
conta=1
if(importo>=inviniziale){
  points(n,importo, pch=19, col="green")
} else {
  points(n,importo, pch=19, col="red")
}
giorni=giorni+contatore
k=k+contatore+1
n=k-m
if (n>dimensione){break}
}
text(n, importo, labels=format(round(importo,2), nsmall=2), pos=3, offse
t=1)

#calcolo il tasso giornaliero per poter successivamente andare ad annual
izzare i dati in modo da poter confrontare con il benchmark
#utilizzando il valore di 220 come numero di giorni nei quali sono apert
e le contrattazioni in borsa
tassogiornaliero=((importo/inviniziale)^(1/(giorni))-1)
tassoannuale=((1+tassogiornaliero)^220)-1

#stampo l'importo del portafoglio contenente l'indice(titolo)
print(importo)

#stampo a video la percentuale di segnali positivi, il numero totale dei
segnali ed il relativo tasso annualizzato
print(c("% Positivi:", positivi/(positivi+negativi), positivi+negativi,
giorni/(positivi+negativi), tassoannuale))
}

```

APPENDICE 3: flag modificata per l'ottimizzazione

```

flag<-function(fitV){
  #per rendere possibile l'ottimizzazione attraverso la funzione sapply
  sono stati resi costanti i parametri x (una funzione per ogni indice), m,
  importo
  x=GSPC
  importo=1000
  m=20
  inviniziale=importo
  j=m
  dimensione<-dim(x)[1]-(j+1)
  par(mai=c(.54,1,.8,.54))
  nome=c(substr(names(x)[1],1,which(strsplit(names(x)[1], "")[[1]]==".")-
1), fitV, m)
  plot(NA,xlim=c(0,dimensione),ylim=c(0,importo*10),main=nome, type="l",
ylab="EQUITY", xlab="TEMPO", xaxt="n")
  grid(NA, NULL, lwd = 2)
  positivi=0
  negativi=0
  giorni=0

  #La funzione da questo momento in poi è identica alla precedente

```

APPENDICE 4: script buy & hold di confronto

```

bh<- function(x){
  positivi=0
  inviniziale=1000
  importo=1000
  dimensione<-dim(x)[1]-1
  par(mai=c(.54,1,.8,.54))
  nome=c(substr(names(x)[1],1,which(strsplit(names(x)[1], "")[[1]]==".")-1)
)
  plot(NA,xlim=c(0,dimensione),ylim=c(0,importo*10),main=nome, type="l", y
lab="EQUITY", xlab="TEMPO", xaxt="n")
  grid(NA, NULL, lwd = 2)
  close<-as.xts(x[,4])
  n=2
  while(n<=dimensione){
    importo=importo*(1+((as.numeric(close[n])-as.numeric(close[n-1]))/as.n
umeric(close[n-1])))
    if(((as.numeric(close[n])-as.numeric(close[n-1]))/as.numeric(close[n-1
]))>0){
      positivi=positivi+1
    }
    points(n, importo, pch=19)
    n=n+1
  }
  text(n, importo, labels=format(round(importo,2), nsmall=2), pos=3, offse
t=1)
  tassogiornaliero=((importo/inviniziale)^(1/n))-1
  tassoannuale=((1+tassogiornaliero)^220)-1
  print(importo)
  print(tassoannuale)
  print(c("%POSITIVI", positivi/n))
}

```

Bibliografia e sitografia

- A. UNGER (2018) – *Trattato di money management – La gestione professionale del rischio*, Hoepli editore
- C. ROSENBLOOM (2011) – *Guida completa al trading*, Hoepli Editore
- E. J. ELTON, M. J. GRUBER, S. J. BROWN, W. N. GOETZMANN (2007) – *Teorie di portafoglio e analisi degli investimenti*, Apogeo education
- G. GARDENAL, U. RIGONI (2016) – *Finanza comportamentale e gestione del risparmio – seconda edizione*, G. Giappichelli editore
- G. M. GALLO, B. PACINI (2015) – *Metodi quantitativi per i mercati finanziari – seconda edizione*, Carocci editore
- J. J. MURPHY (1999) – *Technical Analysis of the Financial Markets*, New York Institute of Finance
- JAR-LONG WANG, SHU-HUI CHAN (2007) - *Stock market trading rule discovery using pattern recognition and technical analysis*, Expert Systems With Applications 33, 304-315
- J. WELLES WILDER JR. (1978) – *New concepts in technical trading systems*, Trend research
- M. J. PRING (1995) – *Analisi Tecnica dei Mercati Finanziari – seconda edizione*, McGraw-Hill Italia
- M. J. PRING (2004) – *Pring on Price Patterns: the definitive guide to Price Pattern analysis and interpretation*, McGraw-Hill
- N. N. TALEB (2007) – *Il cigno nero*, ilsaggiatore
- R. ARÉVALO, J. GARCÍA, F. GUIJARRO, A. PERIS (2017) – *A dynamic trading rule based on filtered flag pattern recognition for stock market forecasting*, Expert Systems With Applications 81, 177-192
- R. CERVELLÓ-ROYO, F. GUIJARRO, KAROLINA MICHNIUK (2015) - *Stock market trading rule based on pattern recognition and technical analysis: Forecasting the DJIA index with intraday data*, Expert Systems With Applications 42, 5963-5975
- R. O. DUDA, P. E. HART, D. G. STORK (2001) – *Pattern classification – second edition*, John Wiley & Sons Inc
- R. H. THALER (2018) – *Misbehaving – La nascita dell'economia comportamentale*, Einaudi
- T. BULKOWSKY (2015) – *Encyclopedia of Chart Patterns, 2nd edition*, John Wiley & Sons Inc

TAI-LIANG CHEN, FENG-YU CHEN (2016) – *An intelligent pattern recognition model for supporting investments decisions in stock market*, Information Sciences 346-347, 261-274

W. LEIGH, N. MODANI, R. PURVIS, T. ROBERTS (2002), *Stock market trading rule discovery using technical charting heuristics*, Expert Systems With Applications 23, 155-159

W. LEIGH, R. PURVIS, J. M. RAGUSA (2002) - *Forecasting the NYSE composite index with technical analysis, pattern recognizer, neural network, and genetic algorithm: a case study in romantic decision support*, Decision Support Systems, 361-377

Borsa italiana, sito ufficiale della borsa italiana - <https://www.borsaitaliana.it/>

Fare Forex - <https://www.fareforex.com/gli-indici-scontano-tutto/>

Grafici, quotazioni e idee di trading - <https://it.tradingview.com/>

IG Italia – <http://www.ig.com/it>

Investing.com – Quotazioni titoli, mercati finanziari - <https://it.investing.com/>

Investopedia - <https://www.investopedia.com/>

Traderpedia, l'enciclopedia del trader - <http://www.traderpedia.it/>

Yahoo! Finanza – mercato globale in tempo reale – <http://it.finance.yahoo.com>