Università
Ca'Foscari
Venezia

Corso di Laurea

In

Economia e Finanza

Ordinamento D.M. 270/04

Tesi di Laurea

Ottimizzazione di una strategia di trading mediante algoritmi genetici.

Relatore
Ch. Prof. Claudio Pizzi

Correlatore
Ch. Prof. Andrea Pastore

Laureando
Pietro Fantin
Matricola
842248

Anno Accademico
2017 / 2018

[Digitare qui]

Sommario

1. Introduzione 1
2. L'analisi tecnica e gli algoritmi genetici. 4
2.1. L'Analisi tecnica. 4
2.3. Gli algoritmi genetici 16
2.4. Il lavoro di Kapoor, Dey e Khurana 17
3. Caratteristiche della strategia oggetto del lavoro. 23
3.1. Dataset. 23
3.2. Gli indicatori e oscillatori. 33
3.3. Strategia e ottimizzazione in R. 39
3.4. Metodologia utilizzata. 42
4. Analisi dei risultati. 44
4.1. Apple. 44
4.2. The Walt Disney Company. 57
4.3. I risultati delle altre serie storiche. 69
5. Conclusioni 73
6. Bibliografia. 79
7. Appendici 81
7.1. The Coca-Cola Company. 81
7.2. AT&T Inc. 95
7.3. Bank of America. 107
7.4. Ford Motor Company. 117

1. Introduzione

Questo lavoro avrà come scopo l'ottimizzazione di una strategia di trading applicata ad alcune serie storiche attraverso l'utilizzo degli algoritmi genetici.

Nelle ultime decadi si è assistito ad un aumento esponenziale del trading online dovuto alle costanti evoluzioni tecnologiche, alla globalizzazione, al mutamento delle condizioni sociali e dell'approccio degli investitori, il tutto unito ad una regolamentazione volta alla creazione di mercati finanziari più accessibili e caratterizzati dalla competizione.

I primi passi vennero mossi nel 1958 quando negli Stati Uniti venne costituita l'agenzia ARPA (Advanced Research Projects Agency) che aveva come scopo quello di finanziare la ricerca in ambiti correlati a quello militare; tra questi non vi poteva che essere il settore informatico e nel decennio successivo vennero ideati e sperimentati sistemi come l'ARPANET e il S.A.G.E. system che permettevano la comunicazione tra macchine. Verso la fine degli anni '70 vennero aperti all'uso civile e, allo stesso tempo, iniziarono ad essere sviluppati i primi elaboratori personali.

Negli stessi anni, sempre negli USA venne abolita una tassa di negoziazione per accedere al N.Y.S.E. per favorire la concorrenza nel settore finanziario; così facendo anche i meno abbienti ebbero la possibilità di accedere ai servizi di risparmio e, simultaneamente, nacquero un ingente numero di nuove società finanziarie. Il governo, inoltre, impose al N.A.S.D. (National Association of Securities Dealers) di ottimizzare e rendere più efficiente lo scambio di titoli O.T.C., venne così creato il N.A.S.D.A.Q. (la A. e la Q. finali stanno per Automated Quotation), forse il più importante mercato telematico.

Il vero boom tuttavia si ebbe solo con l'introduzione del world wide web dove molti broker online, limitando i costi ed ampliando la capacità di diffusione e di aggressione del mercato, iniziarono ad offrire servizi innovativi e sempre più attrattivi, spesso affiancati da corsi e seminari.

```
IXIC=getSymbols("^IXIC", from="1960-01-01", auto.assign = F)

chartSeries(IXIC, type = c("l"), theme = chartTheme("white"))
```

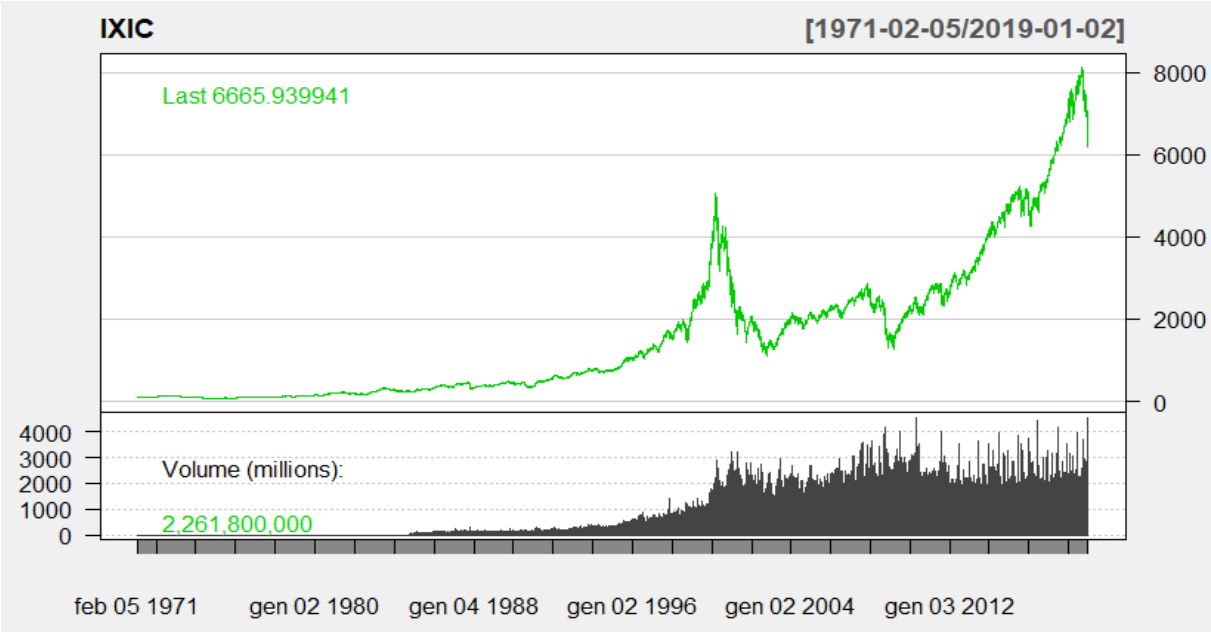

Figure 1. Andamento dell'indice Nasdaq Composite dal 1971 al 2019

La *figura 1* rappresenta l'andamento del NASDAQ composite; osservando l'andamento possiamo fare delle importanti riflessioni su quanto appena detto: possiamo evidenziare come i volumi siano aumentati esponenzialmente verso la fine degli anni '90 e i primi anni 2000 mantenendosi costanti, salvo alcuni picchi di contrattazioni, fino ad oggi nonostante la bolla del .com e la crisi finanziaria del 2008, le quali hanno condizionato, pesantemente la prima e in maniera meno accentuata la seconda, il prezzo dell'indice ma non hanno intaccato in maniera consistente i volumi.

Un ulteriore esempio di serie storica caratterizzata da alti volumi di transazioni passata alla cronaca della finanza dell'ultimo anno è quella del Bitcoin; nella figura sottostante che rappresenta il cambio BTC–USD si evince come nel dicembre 2017, quando il Bitcoin toccò la famosa quota $ 19345, vi fu un picco nei volumi equivalente a più di 6 miliardi di dollari scambiati, speculazione che ha portato la bolla ad ingigantirsi fino a scoppiare e far crollare il prezzo il quale ad oggi risulta ancora in discesa.

```
BTC.USD=getSymbols("BTC-USD", from="2016-01-01", auto.assign = F)

chartSeries(BTC.USD, type = c("l"), theme = chartTheme("white"))
```

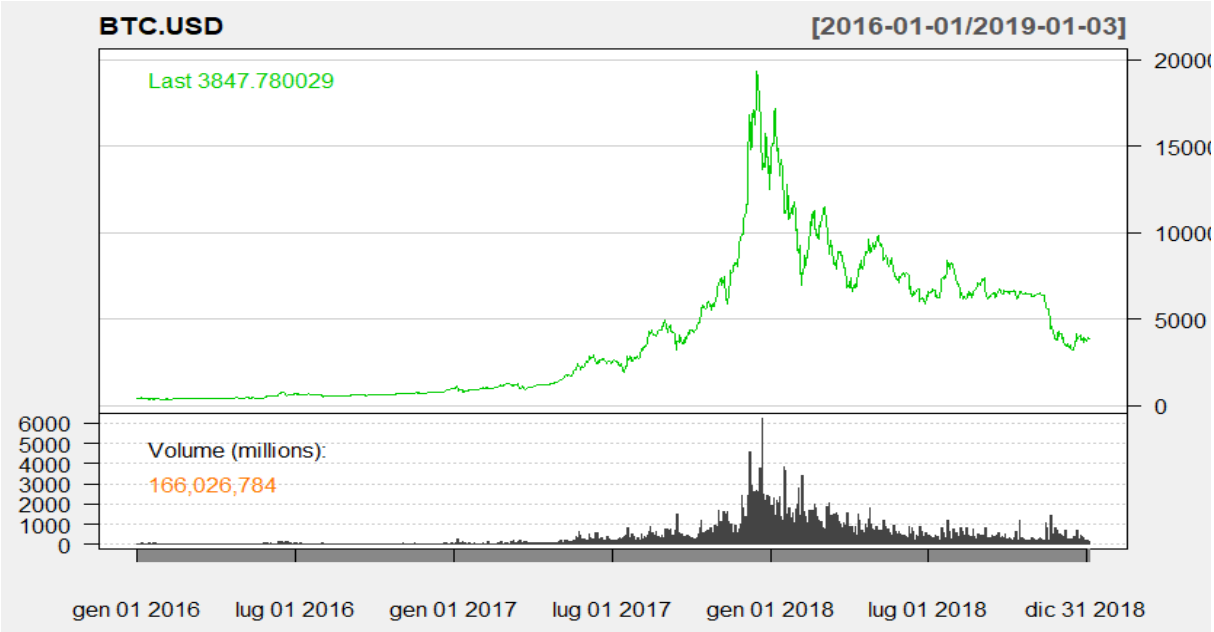

Figure 2. Andamento del cambio Bitcoin - Dollaro dal 2016 al 2019

Uno degli aspetti che caratterizza il trading online è il ricorso all'analisi tecnica e alla strutturazione di strategie di trading che permettono di cogliere in maniera repentina i segnali di cambiamento di trend evitando di reagire a quelli che sono invece dei "falsi segnali"; per ottimizzare queste strategie a partire dagli anni '90 si è ricorso all'uso di algoritmi col fine di migliore l'efficacia degli indicatori e degli oscillatori usati nei trading system; questo è ciò che andremo ad analizzare e a creare attraverso il software R nei prossimi capitoli.

2. L'analisi tecnica e gli algoritmi genetici.

2.1. L'Analisi tecnica.

L'analisi tecnica ha come scopo determinare la direzione verso il quale si sta muovendo un titolo o più in generale un mercato, per far ciò ricorre a strumenti per lo più grafici ottenuti dallo studio e dalla elaborazione dei valori passati della serie storica analizzata.

Quando affermiamo "determinare la direzione" di un titolo intendiamo porre in atto uno studio in modo da individuare delle tendenze al rialzo o al ribasso, e risultano particolarmente interessanti le indicazioni di inversione del trend così da posizionarsi in maniera lunga o, a seconda del feedback ottenuto dalla nostra strategia, in posizione corta cercando di ottenere profitto dallo scambio.

In accordo con *Edwards D. e Magge J. (1958)* ed il loro lavoro "*Techinical analysis of stock trends*" l'analisi tecnica è la scienza che raccoglie i risultati storici, spesso in forma grafica, degli scambi di un bene (variazione dei prezzi, i volumi degli scambi, i prezzi minimi e massimi ect.) in modo da dedurre dalla fotografia del passato il probabile futuro.

L'approccio all'analisi tecnica è un metodo più antico di quanto si possa pensare; la prima volta in cui tale tecnica è stata utilizzata risale al diciassettesimo secolo per mano di *Joseph de la Vega*. Poco più tardi, nei primi anni del diciottesimo secolo, in Asia, *Homma Munehisa* scrisse ed utilizzò un pattern ritenuto da molti come l'inizio della metodologia *Candelstick.*

A partire dagli anni venti si è assistito alla nascita, crescita e proliferazione della letteratura in materia grazie ad autori come *D. Hamilton, W. P. Hamilton (1922), W. Schabacker (1932)*, i già citati *D. Edwards e J. Magee (1958)* il cui manoscritto è considerato come fondamentale per la disciplina ed è arrivato ad oggi alla undicesima edizione.

L'analisi tecnica muove da una filosofia di fondo che si basa su quattro punti:

- Domanda e offerta determinano il valore di mercato di un'attività.

- Domanda e offerta sono determinate da un insieme vasto di fattori (es. informazioni, opinioni, stati d'animo, previsioni ect.) alcuni razionali mentre altri no; solo il mercato li pesa e li sconta tutti.
- I prezzi si muovono lungo tendenze che persistono per un tempo tale da consentirne l'apprezzamento.
- I cambiamenti nella tendenza possono essere individuati nelle azioni del mercato.

La disciplina si divide in tre aree, indicatori di sentimento, indicatori di flusso di fondi, indicatori di mercato (*Pring, 1980*):

- **Indicatori di sentimento**: tali indicatori monitorano le azioni di diversi investitori; essi si muovono da un estremo all'altro a seconda che il mercato sia Bull o Bear. Le opinioni vengono raccolte mediante indagini presso specialisti. Gli indici derivano da tali dati e nel tempo si è potuto constatare come certi sentimenti verso il mercato corrispondano effettivamente ad una fase di mercato Bull mentre altri a fasi Bear.
- **Indicatori di flusso di fondi**: misurano le posizioni finanziarie di diversi investitori in modo da ottenere il loro grado di liquidità e la capacità potenziale di vendita o acquisto di attività. L'analisi di questi indici parte dal presupposto che per ogni acquisto vi debba essere una vendita e che il saldo effettivo tra domanda e offerta debba essere sempre uguale, di conseguenza, se la relazione tra domanda e offerta "before-the-fact" propende verso l'acquisto piuttosto che verso la vendita allora il prezzo dell'azione è destinato a salire, viceversa il prezzo è destinato a calare.
- **Indicatori di mercato**: sono forse gli indicatori più famosi che singolarmente o combinati permettono di dare un giudizio circa il trend di un mercato. Nelle prossime pagine di questa tesi ci si concentrerà essenzialmente su diversi indicatori e oscillatori le cui informazioni saranno tra loro combinate. Esistono una vasta moltitudine di indicatori ed alcuni di loro vengono anche definiti oscillatori poiché il valore risultante da loro calcolo oscilla tra un valore minimo ed un valore massimo; si riportando ora alcuni esempi considerato che alcuni di essi saranno poi trattati approfonditamente in questa tesi: tre gli indicatori più famosi ci sono le medie mobili (semplici o esponenziali), le *Bande di Bollinger*, le

serie di Fibonacci ed il *Parabolic SAR* mentre, tra gli oscillatori, i più famosi sono il *MACD*, l'*RSI*, il *Momentum* e *l'oscillatore Stocastico*.

Fatte queste premesse si procede con la disamina di una strategia di trading.

2.2. Creazione di una strategia di trading.

Come da titolo si procederà ora con la creazione di una strategia tramite il software *R*; la strategia scelta come esempio è chiamata *Moving Average Crossover*, consiste in un semplice trading system basato su due medie mobili esponenziali (*EMA*):

$$\mathrm{EMA_t} = (1-\alpha)\mathrm{EMA_{t-1}} + \alpha \mathrm{P_t}$$

Dove $\mathrm{P_t}$ è la quotazione dello strumento al periodo t, $\mathrm{EMA_{t-1}}$ il valore della media mobile esponenziale nel periodo t-1 ed infine α un coefficiente di ponderazione. Procedendo per sostituzione e continuando a sviluppare $\mathrm{EMA_{t-1}}$ si arriva a:

$$\mathrm{EMA_t} = (1-\alpha)^{\mathrm{t}}\mathrm{P_0} + \alpha \sum_{\mathrm{i=0}}^{\mathrm{t-1}} (1-\alpha)^{\mathrm{i}}\mathrm{P_{t-1}}$$

Con il limite di *t* che tende all'infinito la somma dei pesi tende ad uno:

$$\lim_{\mathrm{t}\to\infty} \alpha \sum_{\mathrm{i=0}}^{\mathrm{t-1}} (1-\alpha)^{\mathrm{i}} = \alpha \frac{1}{1-(1-\alpha)} = 1$$

Il valore α viene scelto dall'analista (tuttavia in analisi tecnica si è soliti fornire un valore di $\alpha = \frac{2}{\mathrm{n+2}}$) dove *n* è il numero di osservazioni considerate rilevanti, ed in base le equazioni soprastante possiamo identificare i due casi limiti: qualora l'α tendesse a 0 il

valore della EMA_t coinciderebbe con P_0 dando origine ad una retta parallela all'asse delle ascisse passante per il prezzo iniziale. Se invece α tende ad 1 la media mobile esponenziale coinciderebbe con l'ultimo prezzo registrato.

La media mobile esponenziale si caratterizza quindi come una media mobile ponderata con pesi che decrescono in maniera esponenziale.

Le due medie mobili che compongo la nostra strategia vengono costruite attribuendo due n diversi:

$$n_1 < n_2$$

Così facendo otteniamo una EMA_{fast} costruita con il parametro n_1 ed una EMA_{slow} basata sul parametro n_2, per capire la relazione tra risultato si osservi la figura seguente:

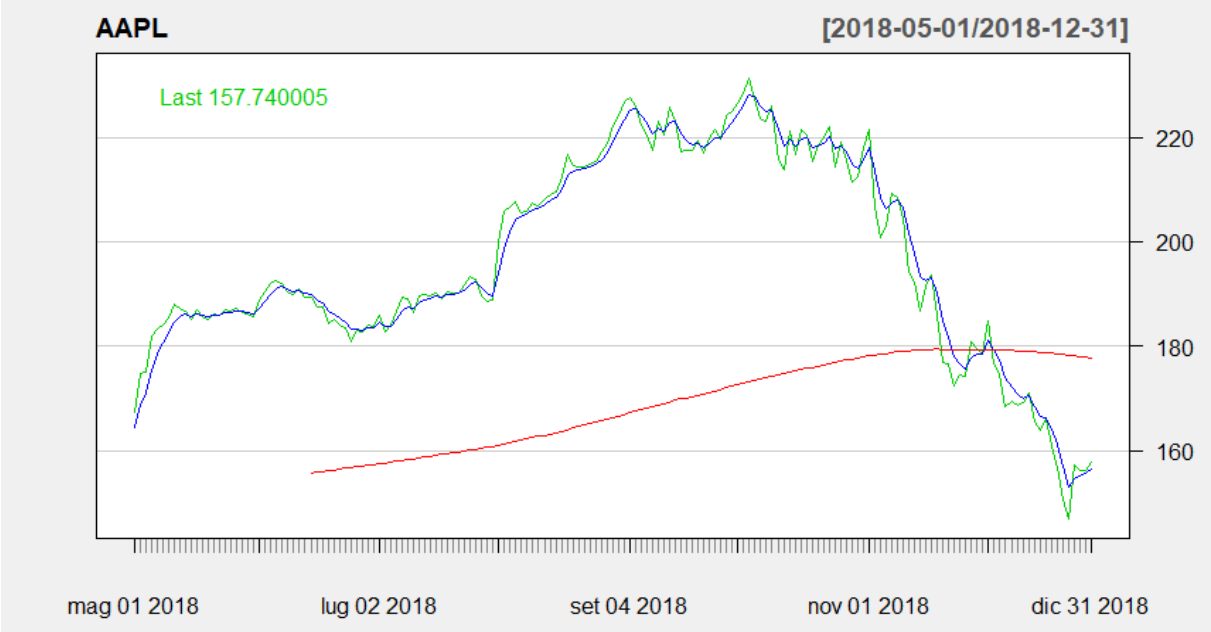

Figure 3. esempio di applicazione di una media mobile esponenziale

La media mobile esponenziale blu è stata costruita con n = 4 mentre quella rossa con n = 365. è immediata la relazione tra grandezza del parametro n e la forma della curva. Con n che tende a 1 (α tende ad 1) si otterrà lo stesso andamento della serie dei prezzi mentre con n che tende a T (α tende a 0), dove con T si intende il numero di osservazioni utilizzate, non si avrà una curva bensì un punto equivalente alla media ponderata di tutti

i prezzi del nostro dataset, in generale più *n* è grande più la curva tenderà ad essere piatta.

Sfruttando queste caratteristiche la strategia di trading si basa sull'incrocio della EMA_{fast} nei confronti della EMA_{slow}: se la prima attraversa la seconda dal basso verso l'alto siamo in presenza di un segnale d'acquisto mentre nel caso opposto di vendita.

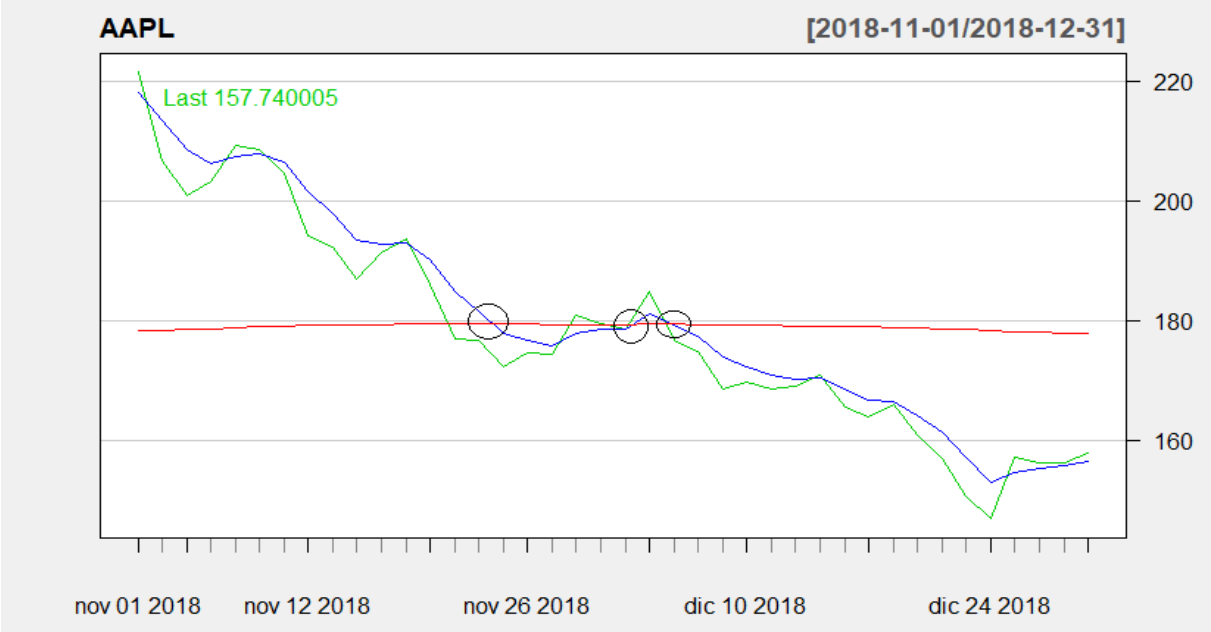

Figure 4. segnali derivanti dalla strategia con due medie mobili esponenziali

La *figura 4* mostra quelli che sono alcuni segnali ottenuti con la logica appena citata: i primi due segnali possiamo considerarli dei "falsi segnali", in particolar modo il secondo che potrebbe portare ad un segnale di acquisto immediatamente smentito dal cambio di tendenza e dalla diminuzione del prezzo.

Nell'esempio che porterò la EMA_{fast} avrà un n pari a 12 mentre la EMA_{slow} pari a 21, mentre per i pesi di ponderazione verrà utilizzato un α pari a $\frac{2}{(n+1)}$. Tale strategia è esclusivamente a titolo esemplificativo per introdurre le funzioni utilizzate in R, non verranno ottimizzati i parametri in quanto tale passo sarà trattato nei capitoli successivi.

Per creare la strategia è stato utilizzato il pacchetto *Quantstrat*, tale libreria, non è ancora presente nel *CRAN*, ma è facilmente reperibile su *GitHub*, ha il vantaggio di poter

applicare in maniere intuitiva indicatori, segnali e regole si trading ed inoltre fornisce grafici e statistiche con un alto potenziale informativo.

```
apple="AAPL"
currency("USD")
stock(apple,currency = "USD",multiplier = 1)
startdate= "2010-01-01"
enddate= "2016-12-31"
getSymbols(apple, from=startdate2, to=enddate)
for( i in apple)
  assign( i, adjustOHLC(get(i), use.Adjusted = TRUE))


capitiniz= 10000
ilnostroport= "macross"
ilnostroacc="macross"
initPortf(ilnostroport, symbols = apple, initDate = startdate)
initAcct(ilnostroacc,portfolios = ilnostroport, initDate = startdate, init
Eq = capitiniz)
initOrders(portfolio = ilnostroport)
```

Nel primo blocco sono stati creati alcuni oggetti per ottenere i dati su cui andremo a costruire la nostra strategia; è stata scelto il titolo Apple soprattutto per via della completezza dei dati e l'assenza di valori mancanti. Il periodo di trading cui si andrà a creare e testare la strategia va dal 1 Gennaio 2010 al 31 Dicembre 2016 (nei prossimi capitoli questo sarà considerato l'intervallo temporale per l'analisi in-sample). Le restanti funzioni del primo blocco servono per attribuire una valuta al titolo ed impostare un'eventuale conversione dei risultati in un'altra valuta (funzione che non è stata utilizzata).

Il secondo blocco è essenziale per calcolare i risultati della strategia, ottenere statistiche circa i risultati degli scambi e grafici; questo perché la logica del pacchetto *Quantstrat* ruota intorno alla registrazione degli scambi nel portafoglio definito ed utilizza quest'ultimo per calcolare gli output.

```
stratMA=strategy(ilnostroport)


stratMA=add.indicator(strategy = stratMA, name = "EMA", arguments = list(x
=quote(Cl(mktdata)), n=12), label = "EMA12")
stratMA=add.indicator(strategy = stratMA, name = "EMA", arguments = list(x
=quote(Cl(mktdata)), n=21), label = "EMA21")
```

```
stratMA=add.signal(strategy = stratMA, name = "sigCrossover", arguments =
list(columns=c("EMA12","EMA21"), relationship="gte"), label="ema12.gt.ema2
1")
stratMA=add.signal(strategy = stratMA, name = "sigCrossover", arguments =
list(columns=c("EMA12","EMA21"), relationship="lte"), label="ema12.lt.ema2
1")

stratMA=add.rule(strategy = stratMA, name = "ruleSignal", arguments = list
(sigcol="ema12.gt.ema21", sigval=TRUE, orderqty=1000, ordertype="market",o
rderside="long"), type="enter")
stratMA=add.rule(strategy = stratMA, name = "ruleSignal", arguments = list
(sigcol="ema12.lt.ema21", sigval=TRUE, orderqty="all", ordertype="market",
orderside="long"), type="exit")

out= applyStrategy(strategy = stratMA, portfolios = ilnostroport)
```

Questa seconda parte rappresenta la strategia; come si può osservare dal primo oggetto creato si vede la dipendenza con il portafoglio definito inizialmente in quanto bisogna specificare dove tale strategia verrà applicata,

La prima parte della scrittura della strategia consiste nell'aggiunta degli indicatori: è importante che il nome inserito nel parametro name corrisponda ad una funzione di *R*; i valori assegnati ad arguments, i prezzi di chiusura del nostro titolo, sono gli argomenti con i quali verrà costruito l'indicatore, vi è poi da indicare il parametro n e da assegnare un'etichetta che verrà utilizzata nell'identificazione dei segnali.

La seconda parte del nostro corpo di script riguardante la strategia altro non è che la parte in cui vengono catalogati i possibili segnali: anche in questo caso il nome deve corrispondere ad una funzione di R, gli argomenti utilizzati, invece sono dati dai valori degli indicatori precedentemente creati posti in relazione (vi sono 4 possibili relazioni: *lt, gt, lte, gte*, che stanno, rispettivamente, per *lesser than, greather than, lesser than or equal e greather than or equal*), ed infine l'etichettatura del segnale.

L'ultima parte determina le regole della strategia: per quanto riguarda il parametro name e label permangono le condizioni delle altre due funzioni mentre, per quanto riguarda il parametro *arguments*, i dati utilizzati sono quelli restituiti dai segnali precedentemente posti, *orderqty* è il numero di strumenti che verranno scambiati, *orderside* determina la posizione, short o long, ed infine il parametro *type* determina se si entra o si esce dalla posizione. In questa strategia si è deciso di optare per un

posizionamento esclusivamente long e per una quantità pari a 1000 titoli (la logica della strategia e la quantità di titoli è irrilevante, aggiungendo altre righe di regole vi sarebbe anche la possibilità di un posizionamento short a segnale inverso)

```
updatePortf(Portfolio = "macross")

chart.Posn(Portfolio = "macross")
add_EMA(n=12, on=1, col = "red")
add_EMA(n=21, on=1)

book= getOrderBook("macross")
stats=tradeStats("macross")
ptstats=perTradeStats("macross")
rets=PortfReturns("macross")
txns=getTxns("macross")
```

Questa ultima parte di codice ci restituisce gli output della strategia: la prima riga serve per aggiornare il portafoglio in modo da permettere il calcolo del profitto e delle altre statistiche; il secondo blocco crea un grafico contenete l'andamento dei prezzi unito agli indicatori scelti, i volumi e la durata degli scambi, la curva di profitto e di Drawdown; l'ultimo insieme di codici crea oggetti e tabelle contenenti i dati degli scambi, le statistiche totali e per scambio.

Andiamo ora a vedere i risultati della nostra strategia, si ricorda che il capitale di partenza è di $10000 (è irrilevante ai fini del senso logico, se l'investimento iniziale supera il nostro capitale non viene segnato come errore, serve esclusivamente al pacchetto per calcolare la nostra equity finale), che l'unico posizionamento è quello long e che, ogni qualvolta che vi siano i presupposti da noi determinati, vengono acquistati 1000 titoli.

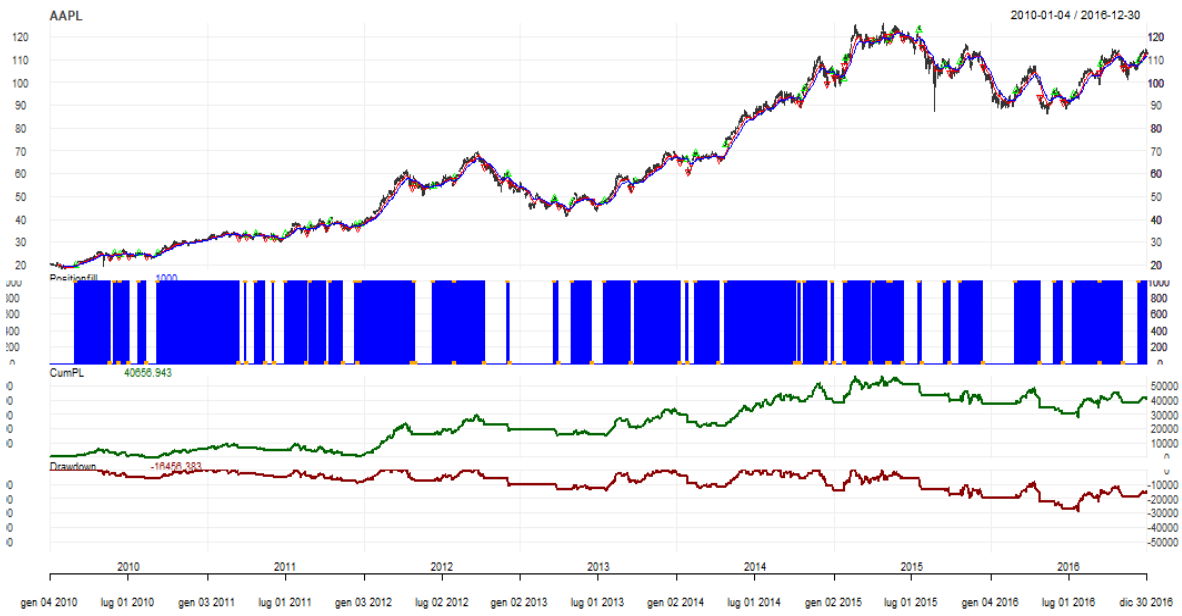

Figure 5. grafico riepilogativo della strategia a due medie mobili

	Symbol	Num.Txns	Num.Trades	Net.Trading.PL	Avg.Trading.PL	Med.Trade.PL
AAPL	AAPL	79	39	40656.94	9.798.339	-1.035.107

	Symbol	Largest.Winner	Largest.Loser	Gross.Profits	Gross.Losses	Std.Dev.Trade.PL
AAPL	AAPL	19946	-7.502.907	93853.87	-55640.35	5.561.814

	Symbol	Med.Winning.Trade	Avg.Losing.Trade	Med.Losing.Trade	Avg.Daily.PL	Med.Daily.PL
AAPL	AAPL	5.221.893	-2.318.348	-2.008.606	9.798.339	-1.035.107

	Symbol	Avg.WinLoss.Ratio	Med.WinLoss.Ratio	Max.Equity	Min.Equity	End.Equity
AAPL	AAPL	2.698.872	259.976	57113.33	-322.407	40656.94

	Symbol	Std.Err.Trade.PL	Percent.Positive	Percent.Negative	Profit.Factor	Avg.Win.Trade
AAPL	AAPL	8.906.029	3.846.154	6.153.846	1.686.795	6.256.925

	Symbol	Std.Dev.Daily.PL	Std.Err.Daily.PL	Ann.Sharpe	Max.Drawdown	Profit.To.Max.Draw
AAPL	AAPL	5.561.814	8.906.029	2.796.638	-28956.17	1.404.086

Tabella 6. tabella riepilogativa della strategia a due medie mobili

Come si evince dalla *figura 5* e dalla *figura 6* (che consiste in una tabella riportante il numero di transazioni, il numero di scambi completati, il profitto netto, il profitto medio, la mediana dei profitti, il trade più profittevole e quello con la perdidata maggiore, il profitto lordo e la perdita lorda, la deviazione standard del profitto, la mediana dei trade vincenti, la media e la mediana dei trade perdenti, la media e la mediana del profitto giornaliero, la percentuale di scambi positivi e negati, il fattore di profitto, la deviazione standard del profitto giornaliero e l'errore standard associato, l'indice di Sharpe annualizzato, il Drawdown massimo e il rapporto tra profitto e Drawdown massimo) sono strati effettuati 39 operazioni complete e 79 scambi (acquisto e vendita), ed infatti Num.Txns è maggiore di una unità rispetto a Num.Trades poiché, come è possibile notare sul grafico, l'ultimo scambio non è ancora concluso, ci troviamo ad avere in portafoglio una posizione long.

Il profitto totale è di $40656.94 mentre la media di profitto per singolo trade di €9798,334; vi sono poi altri dati interessanti come il trade più profittevole, quello che ha generato più perdita, media e varianza delle operazioni calcolate sul totale e giornalmente, percentuali di scambi positivi e negativi, lo Sharpe ratio annualizzato, il Drawdown più grande, il saldo conto più alto raggiunto e quello più basso.

Questi risultati torneranno utili più avanti quando andremo ad ottimizzare la nostra strategia perché i parametri "ottimi" che l'algoritmo genetico ci restituirà saranno in funzione della massimizzazione di una delle statistiche presenti in questa tabella.

Le figure successive riportano alcune statistiche per ogni operazione completata.

	Start	End	Init.Qty	Init.Pos	Max.Pos	End.Pos	Closing.Txn.Qty	Num.Txns	Max.Notional.Cost	Net.Trading.PL
1	03/03/2010	21/05/2010	1000	1000	1000	0	-1000	2	20025.79	3.156.023
2	02/06/2010	10/06/2010	1000	1000	1000	0	-1000	2	25251.07	-1.285.753
3	15/06/2010	06/07/2010	1000	1000	1000	0	-1000	2	24843.53	-1.058.067
4	28/07/2010	13/08/2010	1000	1000	1000	0	-1000	2	24965.03	-1.134.610
5	09/09/2010	17/03/2011	1000	1000	1000	0	-1000	2	25166.88	6.846.827
6	01/04/2011	04/04/2011	1000	1000	1000	0	-1000	2	32962.72	-322.399
7	26/04/2011	17/05/2011	1000	1000	1000	0	-1000	2	33523.33	-1.366.116
8	06/06/2011	07/06/2011	1000	1000	1000	0	-1000	2	32338.97	-573.997
9	05/07/2011	22/08/2011	1000	1000	1000	0	-1000	2	33428.61	670.624

	Start	End	MAE	MFE	Pct.Net.Trading.PL	Pct.MAE	Pct.MFE	tick.Net.Trading.PL	tick.MAE	tick.MFE	duration
1	03/03/2010	21/05/2010	0.000	5.883.463	0.157597935	0.0000000000	0.293794317	3.156.023	0.0	588346.3	6825600
2	02/06/2010	10/06/2010	-1.985.075	0.000	-0.050918745	-0.0786134879	0.000000000	-1.285.753	-198507.5	0.0	691200
3	15/06/2010	06/07/2010	-1.219.745	1.375.678	-0.042589231	-0.0490970810	0.055373684	-1.058.067	-121974.5	137567.8	1814400
4	28/07/2010	13/08/2010	-1.134.610	193.245	-0.045447967	-0.0454479672	0.007740627	-1.134.610	-113461.0	19324.5	1382400
5	09/09/2010	17/03/2011	0.000	9.572.352	0.272057012	0.0000000000	0.380355088	6.846.827	0.0	957235.2	16329600
6	01/04/2011	04/04/2011	-322.399	0.000	-0.009780716	-0.0097807162	0.000000000	-322.399	-32239.9	0.0	259200
7	26/04/2011	17/05/2011	-1.637.806	0.000	-0.040751206	-0.0488557117	0.000000000	-1.366.116	-163780.6	0.0	1814400
8	06/06/2011	07/06/2011	-573.997	0.000	-0.017749390	-0.0177493903	0.000000000	-573.997	-57399.7	0.0	86400
9	05/07/2011	22/08/2011	0.000	5.164.058	0.020061377	0.0000000000	0.154480180	670.624	0.0	516405.8	4147200

Tabella 7. tabella riepilogativa degli scambi della strategia a due medie mobili (1)

	Start	End	Init.Qty	Init.Pos	Max.Pos	End.Pos	Closing.Txn.Qty	Num.Txns	Max.Notional.Cost	Net.Trading.PL
10	29/08/2011	05/10/2011	1000	1000	1000	0	-1000	2	37306.91	-1.121.208
11	13/10/2011	11/11/2011	1000	1000	1000	0	-1000	2	39072.91	-2.277.809
12	12/12/2011	16/12/2011	1000	1000	1000	0	-1000	2	37485.81	-1.035.107
13	21/12/2011	24/04/2012	1000	1000	1000	0	-1000	2	37926.83	15.672.974
14	30/04/2012	01/05/2012	1000	1000	1000	0	-1000	2	55867.10	-176.987
15	11/06/2012	30/07/2012	1000	1000	1000	0	-1000	2	54641.62	2.282.593
16	31/07/2012	08/10/2012	1000	1000	1000	0	-1000	2	58429.03	4.505.611
17	03/12/2012	06/12/2012	1000	1000	1000	0	-1000	2	59708.82	-3.967.412
18	22/03/2013	03/04/2013	1000	1000	1000	0	-1000	2	49038.77	-3.176.460
19	03/05/2013	18/06/2013	1000	1000	1000	0	-1000	2	47772.22	278.446
20	17/07/2013	17/09/2013	1000	1000	1000	0	-1000	2	47888.18	5.221.893

	Start	End	MAE	MFE	Pct.Net.Trading.PL	Pct.MAE	Pct.MFE	tick.Net.Trading.PL	tick.MAE	tick.MFE	duration
10	29/08/2011	05/10/2011	-1.671.283	2.246.243	-0.030053624	-0.0447982097	0.060209830	-1.121.208	-167128.3	224624.3	3196800
11	13/10/2011	11/11/2011	-2.277.809	1.321.148	-0.058296381	-0.0582963806	0.033812381	-2.277.809	-227780.9	132114.8	2505600
12	12/12/2011	16/12/2011	-1.234.089	0.000	-0.027613305	-0.0329215010	0.000000000	-1.035.107	-123408.9	0.0	345600
13	21/12/2011	24/04/2012	0.000	22.938.816	0.413242350	0.0000000000	0.604817581	15.672.974	0.0	2293881.6	10800000
14	30/04/2012	01/05/2012	-176.987	0.000	-0.003168001	-0.0031680007	0.000000000	-176.987	-17698.7	0.0	86400
15	11/06/2012	30/07/2012	-202.816	4.127.994	0.041773892	-0.0037117496	0.075546703	2.282.593	-20281.6	412799.4	4233600
16	31/07/2012	08/10/2012	-377.873	10.810.222	0.077112544	-0.0064672135	0.185014579	4.505.611	-37787.3	1081022.2	5961600
17	03/12/2012	06/12/2012	-4.828.118	0.000	-0.066445999	-0.0808610561	0.000000000	-3.967.412	-482811.8	0.0	259200
18	22/03/2013	03/04/2013	-3.503.464	177.292	-0.064774464	-0.0714427395	0.003615344	-3.176.460	-350346.4	17729.2	1036800
19	03/05/2013	18/06/2013	-46.521	3.060.630	0.005828617	-0.0009738086	0.064067149	278.446	-4652.1	306063.0	3974400
20	17/07/2013	17/09/2013	-1.259.777	11.336.357	0.109043463	-0.0263066377	0.236725576	5.221.893	-125977.7	1133635.7	5356800

Tabella 8. tabella riepilogativa degli scambi della strategia a due medie mobili (2)

	Start	End	Init.Qty	Init.Pos	Max.Pos	End.Pos	Closing.Txn.Qty	Num.Txns	Max.Notional.Cost	Net.Trading.PL
21	26/09/2013	09/01/2014	1000	1000	1000	0	-1000	2	56714.35	8.517.670
22	24/01/2014	29/01/2014	1000	1000	1000	0	-1000	2	66393.14	-5.510.163
23	13/02/2014	10/04/2014	1000	1000	1000	0	-1000	2	69070.62	-2.657.868
24	25/04/2014	06/10/2014	1000	1000	1000	0	-1000	2	72560.76	19.946.000
25	10/10/2014	15/10/2014	1000	1000	1000	0	-1000	2	93537.48	-2.962.227
26	23/10/2014	16/12/2014	1000	1000	1000	0	-1000	2	97344.71	2.212.738
27	30/12/2014	02/01/2015	1000	1000	1000	0	-1000	2	104938.69	-2.975.059
28	27/01/2015	28/01/2015	1000	1000	1000	0	-1000	2	101786.43	5.754.288
29	29/01/2015	30/03/2015	1000	1000	1000	0	-1000	2	110888.82	7.431.832
30	07/04/2015	08/05/2015	1000	1000	1000	0	-1000	2	117983.57	2.006.584

	Start	End	MAE	MFE	Pct.Net.Trading.PL	Pct.MAE	Pct.MFE	tick.Net.Trading.PL	tick.MAE	tick.MFE	duration
21	26/09/2013	09/01/2014	-1.104.599	12.599.236	0.150185434	-0.0194765329	0.222152504	8.517.670	-110459.9	1259923.6	9072000
22	24/01/2014	29/01/2014	-5.510.163	538.643	-0.082992953	-0.0829929531	0.008112931	-5.510.163	-551016.3	53864.3	432000
23	13/02/2014	10/04/2014	-3.435.578	197.937	-0.038480443	-0.0497400791	0.002865719	-2.657.868	-343557.8	19793.7	4838400
24	25/04/2014	06/10/2014	0.000	23.363.213	0.274886867	0.0000000000	0.321981371	19.946.000	0.0	2336321.3	14169600
25	10/10/2014	15/10/2014	-2.962.227	0.000	-0.031668879	-0.0316688789	0.000000000	-2.962.227	-296222.7	0.0	432000
26	23/10/2014	16/12/2014	0.000	13.637.383	0.022730952	0.0000000000	0.140093723	2.212.738	0.0	1363738.3	4665600
27	30/12/2014	02/01/2015	-2.975.059	0.000	-0.028350449	-0.0283504492	0.000000000	-2.975.059	-297505.9	0.0	259200
28	27/01/2015	28/01/2015	0.000	5.754.288	0.056532958	0.0000000000	0.056532958	5.754.288	0.0	575428.8	86400
29	29/01/2015	30/03/2015	-1.622.756	13.639.504	0.067020568	-0.0146340807	0.123001611	7.431.832	-162275.6	1363950.4	5184000
30	07/04/2015	08/05/2015	-1.179.756	6.217.049	0.017007317	-0.0099993241	0.052694191	2.006.584	-117975.6	621704.9	2678400

Tabella 9.tabella riepilogativa degli scambi della strategia a due medie mobili (3)

	Start	End	Init.Qty	Init.Pos	Max.Pos	End.Pos	Closing.Txn.Qty	Num.Txns	Max.Notional.Cost	Net.Trading.PL
31	11/05/2015	13/05/2015	1000	1000	1000	0	-1000	2	118767.88	-291.474
32	15/05/2015	15/06/2015	1000	1000	1000	0	-1000	2	121071.39	-1.739.403
33	21/07/2015	27/07/2015	1000	1000	1000	0	-1000	2	122933.02	-7.502.907
34	17/09/2015	30/09/2015	1000	1000	1000	0	-1000	2	107594.03	-3.418.983
35	22/10/2015	14/12/2015	1000	1000	1000	0	-1000	2	109086.31	-2.397.583
36	02/03/2016	27/04/2016	1000	1000	1000	0	-1000	2	96081.24	-2.794.220
37	31/05/2016	20/06/2016	1000	1000	1000	0	-1000	2	95812.29	-4.567.062
38	14/07/2016	13/09/2016	1000	1000	1000	0	-1000	2	94785.66	9.349.769
39	14/09/2016	03/11/2016	1000	1000	1000	0	-1000	2	107820.46	-1.327.476
40	12/12/2016	30/12/2016	1000	1000	1000	1000	-1000	1	109857.56	2.443.421

	Start	End	MAE	MFE	Pct.Net.Trading.PL	Pct.MAE	Pct.MFE	tick.Net.Trading.PL	tick.MAE	tick.MFE	duration
31	11/05/2015	13/05/2015	-423.104	0.000	-0.002454148	-0.0035624448	0.000000000	-291.474	-42310.4	0.0	172800
32	15/05/2015	15/06/2015	-1.739.403	3.544.625	-0.014366755	-0.0143667553	0.029277148	-1.739.403	-173940.3	354462.5	2678400
33	21/07/2015	27/07/2015	-7.502.907	0.000	-0.061032478	-0.0610324783	0.000000000	-7.502.907	-750290.7	0.0	518400
34	17/09/2015	30/09/2015	-4.590.118	1.218.376	-0.031776697	-0.0426614554	0.011323825	-3.418.983	-459011.8	121837.6	1123200
35	22/10/2015	14/12/2015	-2.530.380	6.677.391	-0.021978771	-0.0231961277	0.061211998	-2.397.583	-253038.0	667739.1	4579200
36	02/03/2016	27/04/2016	-2.794.220	10.824.020	-0.029081848	-0.0290818484	0.112654876	-2.794.220	-279422.0	1082402.0	4838400
37	31/05/2016	20/06/2016	-4.567.062	0.000	-0.047666768	-0.0476667679	0.000000000	-4.567.062	-456706.2	0.0	1728000
38	14/07/2016	13/09/2016	-2.034.073	10.825.729	0.098641176	-0.0214597124	0.114212730	9.349.769	-203407.3	1082572.9	5270400
39	14/09/2016	03/11/2016	-1.327.476	6.251.022	-0.012311911	-0.0123119113	0.057976211	-1.327.476	-132747.6	625102.2	4320000
40	12/12/2016	30/12/2016	0.000	3.839.684	0.022241719	0.0000000000	0.034951477	2.443.421	0.0	383968.4	1555200

Tabella 10.tabella riepilogativa degli scambi della strategia a due medie mobili (4)

La tabella riporta le date di apertura e chiusura della posizione, le quantità iniziali e quelle finali (se la posizione finale non è pari a 0 allora lo scambio non è ancora

concluso) e la posizione massima tenuta. Le transazioni per ogni singolo scambio (più avanti verrà introdotta la spiegazione su come impostare una determinata quantità per posizione), il costo sostenuto per l'acquisto dello stock, il profitto netto, il Maximum Favorable Excursion e il Maximum Adverse Excursion, il profitto netto, il MAE e il MFE in percentuale e la durata dell'operazione.

Si procede quindi con l'introduzione degli algoritmi genetici.

2.3. Gli algoritmi genetici

Gli algoritmi genetici (GAs) sono algoritmi euristici ormai utilizzati da svariati decenni; teorizzati per la prima volta nel 1960 da di Ingo Rechenberg, formalizzati nel 1975 da John Henry Holland le cui teorie e tecniche sono ancora oggi di incredibile importanza. Nel 1992 John Koza inventò la programmazione genetica, una metodologia di programmazione automatizzata, ossia software che, evolvendosi nel tempo, diventano in grado di compiere compiti che in precedenza non erano capaci di risolvere.

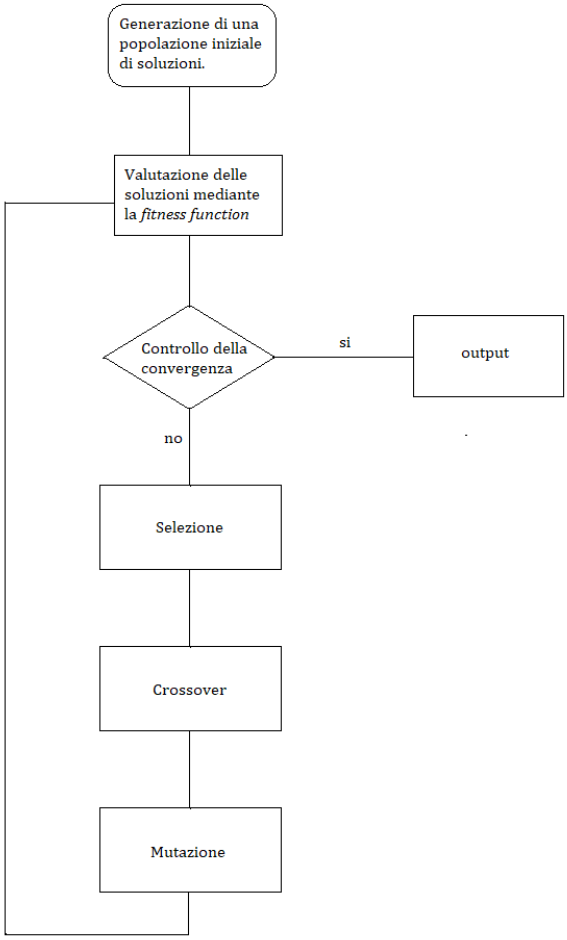

Figure 11. diagramma di flusso di un algoritmo genetico

Gli algoritmi genetici sono chiamati in tale modo perché il loro funzionamento mima la logica dell'evoluzione biologica e molti dei parametri utilizzati richiamano termini tipici della appena succitata scienza.

Un individuo della popolazione è costituito dai valori assunti da tali parametri. Per ogni possibile combinazione dei parametri avremmo quindi un diverso individuo. In altre parole, ad ogni individuo corrisponde una combinazione di valori dei parametri e di conseguenza corrisponde anche un valore della fitness function.

L'algoritmo viene inizializzato generando un certo numero di individui o popolazione di soluzioni. Queste vengono testate cioè per ogni individuo è calcolato il valore della fitness function, qualora vi sia convergenza tra i valori ottenuti cioè tutte gli individui della popolazione tendono ad essere uguali otteniamo l'output del processo. Qualora le soluzioni trovate non siano soddisfacenti viene applicato un processo di selezione che consiste nel ricombinare i migliori risultati della prima popolazione attraverso un procedimento chiamato crossover, questo può essere uniforme, aritmetico, ad un punto o a due punti, in ogni caso consiste, come nella biologia, nella selezione di un pezzo di codifica di una soluzione (cioè il valore di alcuni parametri) e lo scambio con un pezzo di un'altra soluzione in modo tale da ottenere nuove soluzioni ibride dalle quali viene generata una seconda popolazione di soluzioni che verranno poi testate come già spiegato.

I difetti di questa tecnica consistono nella possibilità di perdere durante l'evoluzione la soluzione ottima o di ricadere in ottimi locali, per far fronte a questo problema vengono attuate le tecniche di elitarismo e delle mutazioni; la prima consiste nel riportare nella nuova popolazione le migliori soluzioni di quella precedente, la seconda, invece, consiste nella modifica casuale dei geni secondo una probabilità definita dall'utente col fine di espandere la ricerca ed introdurre nuove possibili soluzioni.

2.4. Il lavoro di Kapoor, Dey e Khurana

In letteratura ci sono numerosi paper e ricerche riguardanti gli algoritmi genetici e l'ottimizzazione di strategie di trading, tre questi *Richard J. Bauer (1994), Phoebe S. Wiles, David Enke (2015), Monruthai Radeerom (2014)* ma tra i più importanti il lavoro di *F. Allen e R. Karjalainen intotlato "Using genetic algorithms to find technical trading rules"* pubblicato nel 1999 nel *Journal of Financial Economics*; nella loro ricerca hanno utilizzato gli algoritmi genetici e la programmazione genetica per identificare delle

regole di trading per l'indice S&P 500, tuttavia, applicati i costi di transazione, non hanno ottenuto un consistente eccesso di rendimento in relazione ad una semplice strategia buy-and-hold.

Vi sono poi due lavori molto simili, quello di *F. Fernández-Rodríguez, C. González-Martel e S. Sosvilla-Rivero* dal titolo *"Optimisation of techinical rules by by genetic algorithms: Evidence from the madrid stock market*", e il lavoro di *V. Kapoor, S. Dey e A.P. Khurana denominato "Genetic Algorithm: An Application to Technical Trading System Design*". Entrambi ottimizzano una strategia basata su due medie mobili semplici (simile a quella già introdotta introdotta nell'esempio di cap. 2 ma utilizzando le medie mobili semplici anziché esponenziali), i primi testano il loro sistema di trading sul general index della borsa di Madrid (IGBM), i secondi sulle quotazioni delle azioni della State Bank of India. Si sottolinea che nei due lavori citati non è stato utilizzato il software R ma sono stati predisposti programmi ad hoc utilizzando come linguaggio di codifica il C++ e Visual Basic. Ci si focalizzerà ora sulla proposta di Kapoor et al. riportando una sintesi.

Le regole di trading e i segnali sono molto simi a quelli già citati in questa tesi:

$$\frac{1}{n}\sum_{i=0}^{n} P_{t-1} \qquad (1)$$

$$\frac{1}{\theta_1}\sum_{i=0}^{\theta_1} P_{t-1} > \frac{1}{\theta_2}\sum_{i=0}^{\theta_2} P_{t-1} \qquad (2)$$

$$\frac{1}{\theta_1}\sum_{i=0}^{\theta_1} P_{t-1} < \frac{1}{\theta_2}\sum_{i=0}^{\theta_2} P_{t-1} \qquad (3)$$

$$\theta_1 < \theta_2 \qquad (4)$$

L'equazione (1) è l'equazione che descrive le media mobile semplice, la (2) è il segnale di acquisto mentre la (3) quello di vendita e la (4) il vincolo dei valori θ . La misurazione dei rendimenti è data dalle seguenti regole:

$$DR_i = (P_i - P_{i-1})\delta \qquad (4)$$

$$TR_f = \prod_{i=1}^{f}(1 + DR_1) \qquad (5)$$

L'equazione (5) rappresenta i rendimenti giornalieri dati come la differenza dei prezzi moltiplicata per una variabile binaria che assume valore 1 per la posizione long e -1 per la posizione short. La (4) rappresenta invece il rendimento totale.

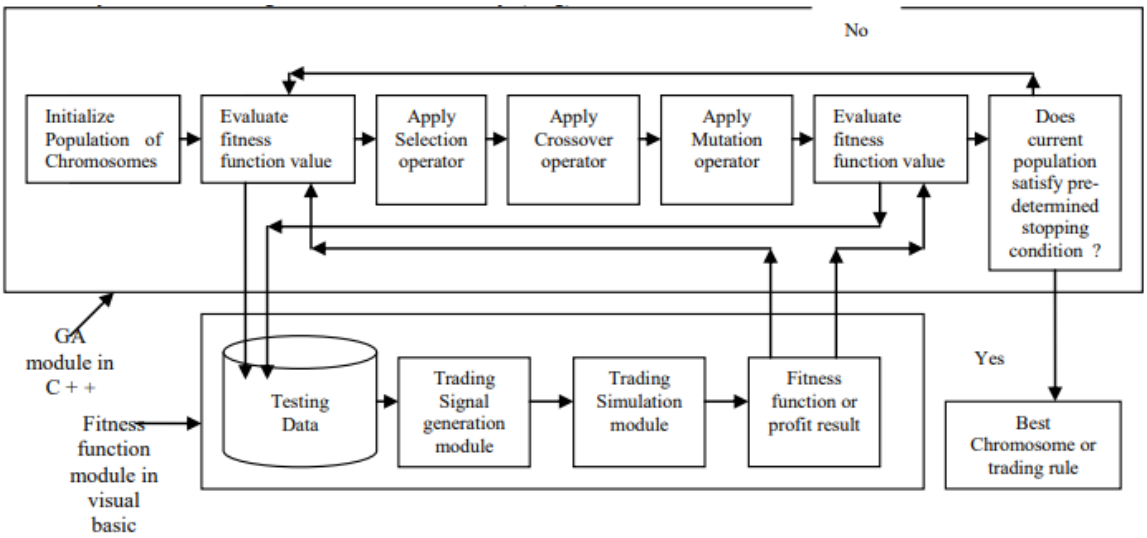

Figure 2: Simulation Process

V. Kapoor, S. Dey, A.P. Khurana - Genetic Algorithm: An Application to Technical Trading System Design

La *figure 2* sopra riportata mostra il processo attuato dai tre ricercatori, si possono notare molte analogie con il diagramma mostrato durante l'introduzione agli algoritmi genetici; in questo caso però viene riportato anche il diagramma della fitness function in quanto vengono utilizzati due software differenti, uno per lo sviluppo dell'algoritmo genetico scritto in C++ ed uno per la fitness function che fornisce il risultato della simulazione della strategia di trading basato invece sul Visual Basic.

Prima di analizzare i risultati è opportuno fare alcune considerazioni sulla metodologia utilizzata dagli autori. Sono state effettuate diverse prove mantenendo costante il numero di iterazioni pari a 2500 mentre la numerosità delle popolazioni e il numero di generazioni variabili con valori pari a 20, 50, 70, 100 per le prime e 125, 50, 35 e 25 per le seconde. L'analisi copre un intervallo temporale dal 2001-08-12 al 2006-12-29 e l'ottimizzazione è stata applicata allo stesso periodo temporale non scindendolo e non creando un risultato in-sample testato successivamente in un segmento temporale out-of-sample. Non sono stati applicati i costi di transizione poiché ininfluenti rispetto

l'obiettivo principale degli autori, ossia, provare la possibilità di risolvere problemi di ottimizzazione mediante gli algoritmi genetici, la robustezza di questi ultimi e valutare la relazione tra soluzione ottima trovata variando la numerosità della popolazione e mantenendo costante il numero di iterazioni.

Table 1. Population size effect

Population Size	20	50	70	100
θ_1/θ_2	235/414	4//40	12/173	9/212
Max. Profit	Rs. 834.35/-	Rs.932.84/-	Rs. 936/-	Rs. 947/-
Avg. Profit	Rs. 709.46/-	Rs. 745.9/-	Rs. 732.14/-	Rs. 672.02/-
Max. Return	116.60%	141.27%	160.39%	150.38%
Std. dev of Profits	83.029836	98.232199	99.66883	109.248246
Max. profit./St. dev	10.048797	9.4962752	9.3911005	8.66833139

V. Kapoor, S. Dey, A.P. Khurana - Genetic Algorithm: An Application to Technical Trading System Design

La *table 1* riporta i risultati ottenuti dai tre studiosi Indiani, la prima riga contiene i parametri ottenuti attraverso l'ottimizzazione con gli algoritmi genetici cioè il numero di termini nelle due medie mobili, la seconda il profitto massimo, la terza il profitto medio, la quarta il rendimento in termini percentuali, la quinta la deviazione standard dei profitti mentre l'ultima un indicatore di efficienza dato dal rapporto tra profitto massimo e deviazione standard.

Sebbene l'indicatore di efficienza sia migliore con la popolazione con numerosità più bassa le altre statistiche tendono a migliorare al crescere della grandezza della popolazione fatta eccezione per il profitto medio; questo infatti decresce nella simulazione fatta con la numerosità della popolazione pari a 70. Anche il rendimento in percentuale cala nella prova sostenuta con popolazione pari a 100. Le statistiche relative al profitto medio e al profitto massimo sono descritte nei seguenti grafici.

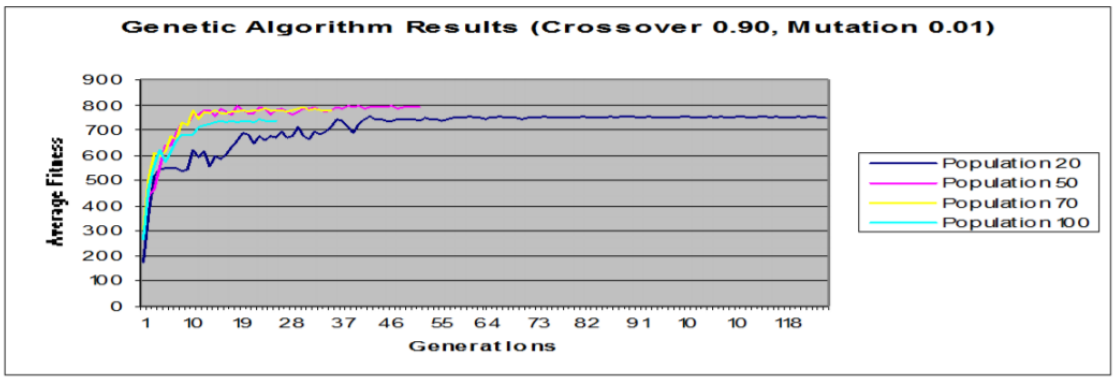

Figure 3: Average fitness function performance for GA applied for different population sizes

V. Kapoor, S. Dey, A.P. Khurana - Genetic Algorithm: An Application to Technical Trading System Design

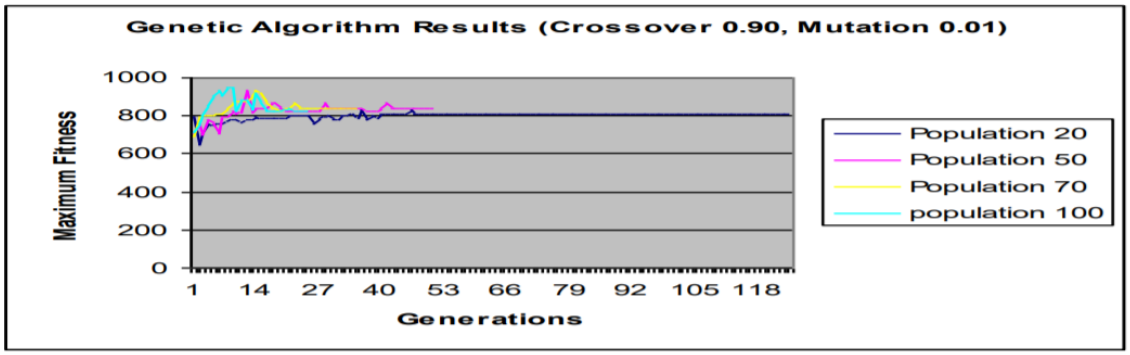

Figure 4: Maximum fitness function performance for GA applied for different population sizes

V. Kapoor, S. Dey, A.P. Khurana - Genetic Algorithm: An Application to Technical Trading System Design

Infine, gli autori hanno posto a confronto i risultati ottenuti con tre parametri empirici considerati dalla letteratura rappresentativi per strategie sul breve (10,30), medio (30,60) e lungo periodo (50,150).

Table 2. Performance Comparisons between GA generated results for various population sizes and three popular moving averages lengths on the test data

Genetic Algorithm (GA) Results	Max. Profit	Max. Return
GA (Population Size 20)	Rs 834.35/-	116.60%
GA (Population Size 50)	Rs 932.84/-	141.27%
GA (Population Size 70)	Rs 936/-	**160.39%**
GA (Population Size 100)	**Rs 947/-**	150.38%
Highest	Rs 947/-	160.39%
Lowest	Rs 834.35/-	116.60%
Mean	Rs 912.54	142.16%
Std. Dev	52.18	18.74
3 Technical Moving Average (MA) Rules	(the best result in each column is highlighted)	
MA (10,30)	Rs 443.70/-	70.04%
MA (30,60)	**Rs 535/-**	**90.02%**
MA (50,150)	Rs 326/-	78.24%

V. Kapoor, S. Dey, A.P. Khurana - Genetic Algorithm: An Application to Technical Trading System Design

In conclusione, gli autori hanno dimostrato come i parametri ottimizzati siano più profittevoli rispetto a quelli empirici e come la grandezza delle popolazioni influisca sulle soluzioni ottime generate dall'algoritmo.

3. Caratteristiche della strategia oggetto del lavoro.

3.1. Dataset.

L'analisi che verrà eseguita considera titoli che possono formare un portafoglio sul quale si deve ottimizzare la strategia di trading. Si tratta delle azioni della Apple Inc (AAPL)., della Walt Disney (DIS), della Ford Motors Company (F), dell'AT&T Inc. (T), Bank of America (BAC), The Coca-Cola Company (KO) Si inizia presentando le caratteristiche principali dei titoli prescelti per l'analisi.

- APPLE INC. (AAPL):

La storica e famosa società Apple viene fondata nel 1976 da Steve Jobs, Steve Wozniak e Ronald Wayne inizialmente con il nome di Apple Computer Company per poi cambiare dopo pochi anni in Apple Computer Inc. e, successivamente, in Apple Inc. .

L'azienda opera nel settore tecnologico in particolare nella produzione di device mobili, sistemi operativi, computer, servizi digitali e accessori. Tra i prodotti di spicco e storici vi sono il Mac, portatile o fisso, il sistema operativo iOS, il riproduttore multimediale iPod, lo smartphone iPhone, il tablet iPad, e il servizio di store online iTunes. Tutti i prodotti sono caratterizzati dall'innovazione, dal design, dalla duttilità e semplicità dei software e dalla grafica accattivante.

Apple dopo aver toccato mille e due miliardi di dollari di capitalizzazione (quando) è ora scesa, complice un crollo dei prezzi delle azioni nell'ultimo trimestre del 2018, a quota $734B, terza dietro solo a Microsoft ed Amazon. Può contare su 132.000 dipendenti operanti in tutto il mondo, un fatturato di $265B, ROA pari a 11,96%, ROE del 49,36% ed un margine di profitto del 22,41%.

Pur considerato i dati appena riportati, Apple, così come Samsung, i due leader ed antagonisti del mercato dei dispositivi mobili e multimediali, sta attraversando un

periodo di crisi dovuto principalmente ai competitor cinesi. Difatti, società come Huawei e Xiaomi, si sono contrapposte ai due colossi producendo device col design e tecnologia simili ad un prezzo inferiore e competitivo sfruttando economie di costo ed il know-how che la stessa Apple ha trasmesso principalmente per via del completo outsourcing della produzione, collocato quasi totalmente nel paese cinese. Nell'ultimo trimestre inoltre vi è stata una chiusura del mercato cinese nei confronti del noto marchio, mercati sempre più saturi e scarsa evoluzione tecnologica con prodotti accusati di divergere minimamente dalle versioni precedenti (fatta eccezione forse per l'iPhone X).

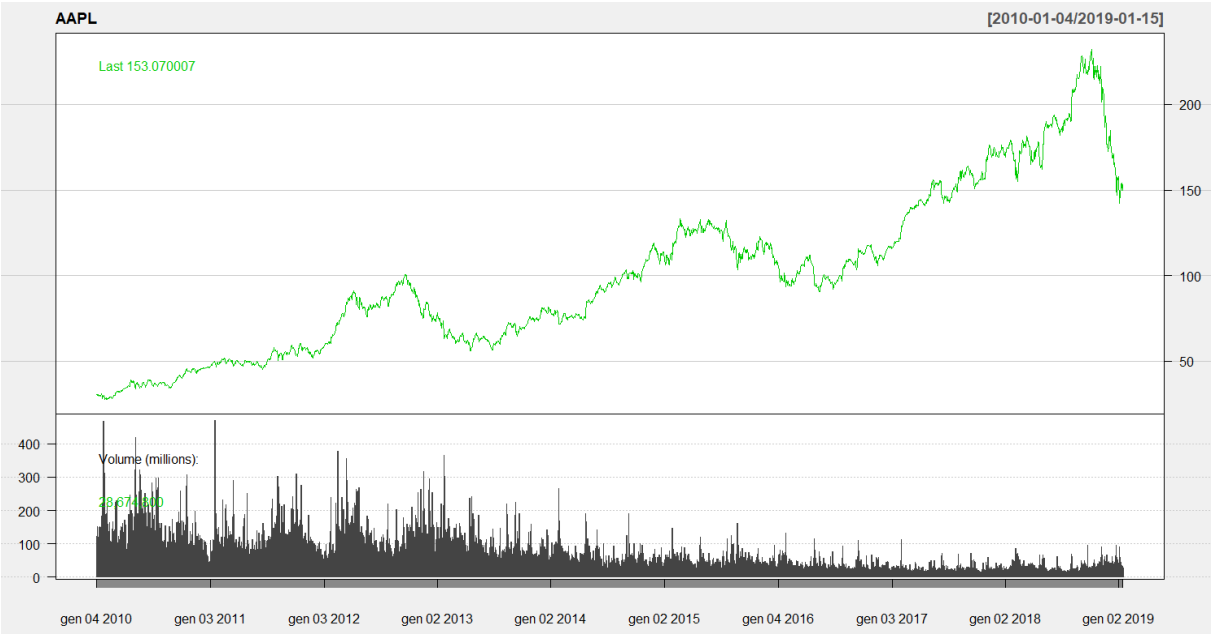

Figure 12. Andamento del titolo Apple Inc.

La *figura 12* mostra l'andamento dei prezzi del titolo così come i volumi; si evince come i volumi di scambio fossero nettamente più elevati a nel biennio 2010-2012 quando, grazie a quello che è stato uno dei prodotti più innovativi del settore, l'iPhone 4, Apple Inc. era leader indiscussa del mercato, complice anche l'attrazione degli investitori verso il mercato Tech.

Nel 2012 vi è una brusca diminuzione del valore del titolo dovuta, principalmente, all'avanzamento e alla maggiore penetrazione del mercato dei dispositivi Android, ma anche a causa di voci negative riguardanti i rapporti economici con la Cina.

Nell'andamento dei prezzi si può notare una certa ciclicità spiegata soprattutto dagli sviluppi tecnologici e dalla introduzione di novità nel mercato rispetto ai competitors. Per questo motivo gli analisti, pur prevedendo nel 2019 una perdita del fatturato pari al -1,70%, prevedono, nel 2020, un incremento dello stesso del 4,40%.

- THE WALT DISNEY COMPANY (DIS):

The Walt Disney Company viene fondata nel 1926 a Burbank, California, dai fratelli Disney, Walt e Roy. Inizialmente chiamata Disney Brothers Studios nasce come studio di animazione dando alla luce nel 1928 la serie di Micky Mouse. Un anno dopo cambiò il nome in Walt Disney Productions iniziando la produzione di cortometraggi animati e lungometraggi di animazione. Nel 1955 e nel 1971 vennero creati rispettivamente Disneyland e Walt Disney Resort, parchi a tema che furono accompagnati dalla produzione e la vendita di merchandising in veri e propri Disney Store.

Colpita da due crisi pesanti, una tra la fine degli anni settanta e l'inizio degli anni ottanta ed una negli anni duemila, la società californiana ha sostenuto negli anni diverse acquisizioni strategiche diventando una delle più importanti multinazionali e rendendola una delle leader indiscusse del mercato dei media e intrattenimento. Tra le acquisizioni più importanti vi sono quelle che riguardarono ABC ed ESPN, la prima una delle più importanti emittenti televisive statunitensi grazie anche a quattro delle sue serie TV tra le più famose al mondo quali, Lost, Grey's Anatomy, Desperate Housewives e Scrubs, mentre il secondo uno tra i più seguiti canali sportivi più seguiti che con il suo canale internazionale copre più di 130 paesi. Un'altra acquisizione importante e travagliata fu quella di Pixar: la società inizialmente creata dalla Lucasfilm fu acquistata nel 1986 per dieci milioni di dollari da Steve Jobs. Negli anni novanta venne siglata tra Disney e Pixar un contratto dalla durata di dieci anni per la produzione di cinque film, le due società, oltre alla collaborazione, si sarebbero divisi i costi di produzione ed i profitti, in particolar modo Disney avrebbe ottenuto il 12,5% dei ricavi e tutti i diritti dei film. Nel 2003 vi fu una lite tra Steve Jobs e l'allora amministratore delegato della Disney, Michael Eisner, il quale, per fare pressione al fine di ottenere una rinegoziazione di contratto vantaggiosa alla società di Topolino, forte dei diritti sui film Pixar, creò uno

studio cinematografico, il Circle 7, con lo scopo di portare avanti e produrre i sequel dei film Pixar. Questa scelta si rivelò controproducente e nel 2005, dopo che Eisner lasciò la Disney, quest'ultima acquistò la Pixar per 7,4 miliardi di dollari.

Tra le altre acquisizioni degne di nota ci sono state quella che hanno visto come protagonisti Lucasfilm nel 2012 per quattro miliardi, Marvel nel 2009 per 4,2 miliardi. Infine, nel 2018 ha portato a termine una delle acquisizioni più grandi ed importanti della storia che l'ha fatta diventare il più grande impero mediatico esistente, ossia l'acquisto per 72 miliardi circa della 21st Century Fox.

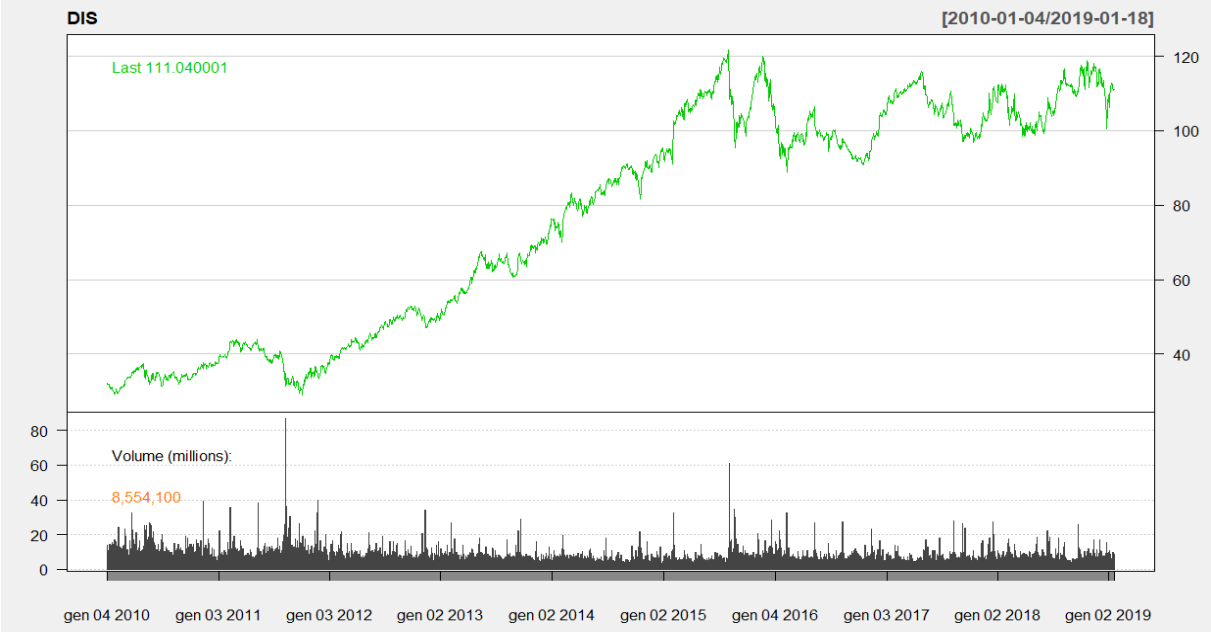

Figure 13. Andamento del titolo The Walt Disney Company.

La *figura 13* riporta l'andamento dei prezzi del titolo Disney. Si può notare un aumento esponenziale a partire dal 2010 seguito da una stagnazione caratterizzata da un aumento di volatilità a partire dal 2015.

La società ha una capitalizzazione di circa $163 B, 201.000 dipendenti, ricavi per $59.4 B ed utili per 12 miliardi di dollari. Gli analisti prospettano un'ulteriore crescita tra il 2019 ed il 2020.

- FORD MOTOR COMPANY (F):

Ford Motor Company, una delle compagnie automobilistiche più famosa e antica al mondo, viene fondata nel 1903 a Dearborn da Henry Ford. Al marchio viene attribuita una delle più grandi rivoluzioni industriali ossia l'utilizzo della catena di montaggio e il nastro trasportare tanto da denominare tale sistema Fordismo.

Nel ventesimo secolo raggiunse il massimo della sua fama e potere grazie alla sua cospicua produzione di macchine che conta in totale circa 170 modelli, coniugata alla produzione di aerei tra la fine della prima guerra mondiale alla seconda. Ford si espanse in tutto il mondo con un ingente apertura di filiali con un occhio di riguardo verso l'Europa in particolar modo, a partire nel 1929, con l'apertura di uno stabilimento a Colonia e l'acquisizione di Jaguar (1990-2008), Land Rover (2000-2008), Aston Martin (1986), Volvo (1999) ed il 33% di Mazda (a partire dal 1979), successivamente vendute in seguito alle crisi economiche degli anni duemila.

Ford, oltre alla rivoluzione produttiva apportata nei primi anni del 1900, deve la sua fama ai successi ottenuti nel mondo del motorsport dove modelli come la GT40, Fiesta, Escort, Mustang ottennero importanti e innumerevoli vittorie nelle competizioni di Rally, NASCAR, Gran Turismo e per quattro volte di fila vincitrice della 24 ore di Le Mans nella storica competizione contro la Ferrari.

Figure 14. Andamento del titolo Ford Motor Company.

Il titolo Ford è caratterizzato da una forte volatilità con un trend, negli ultimi anni, decrescente.

Ford presenta una capitalizzazione pari a $34 B., circa 202.00 dipendenti, ricavi nel 2017 per 160 miliardi circa ed utili per 6. Le stime per il 2019 mostrano una lieve flessione dei ricavi e del guadagno per azione.

- AT&T Inc. (T):

AT&T è una delle compagnie di telecomunicazioni più grandi al mondo, la società ha un valore di 400 miliardi di dollari, una capitalizzazione pari a $225 B. e conta più di 300 milioni di clienti.

Fondata come Southwestern Bell Telephone Company nel 1880 da Alexander Graham Bell, inventore del primo telefono, era inizialmente una sussidiaria della Bell Telephone Company che nel 1885 venne rinominata American Telephone and Telegrahph Company successivamente chiamata con l'attuale nome.

La storia della società è segnata da diverse fusioni e acquisizioni in primo luogo dovute alla regolamentazione americana che nel 1982 impose ad AT&T di trasformare le proprie sussidiarie in società individuali, questo permise l'entrata nel mercato di diversi competitor e la rottura del monopolio fino a quel momento in mano alla società di telecomunicazioni.

Nel 2005 vi fu la riunificazione delle società e nel decennio successivo l'espansione in altre regioni del mondo con l'acquisizione di diverse compagnie come l'América Móvil con annessa entrata nel mercato dell'America Latina; In Messico vennero acquistate nel 2014 Iusacell e NII Holdings successivamente fuse in AT&T Mexico.

L'acquisizione più importante è avvenuta nel Giugno 2018 quando AT&T ha acquisito la Time Warner entrando così nella produzione e distribuzione di programmi televisivi grazie a Warner Bros e HBO.

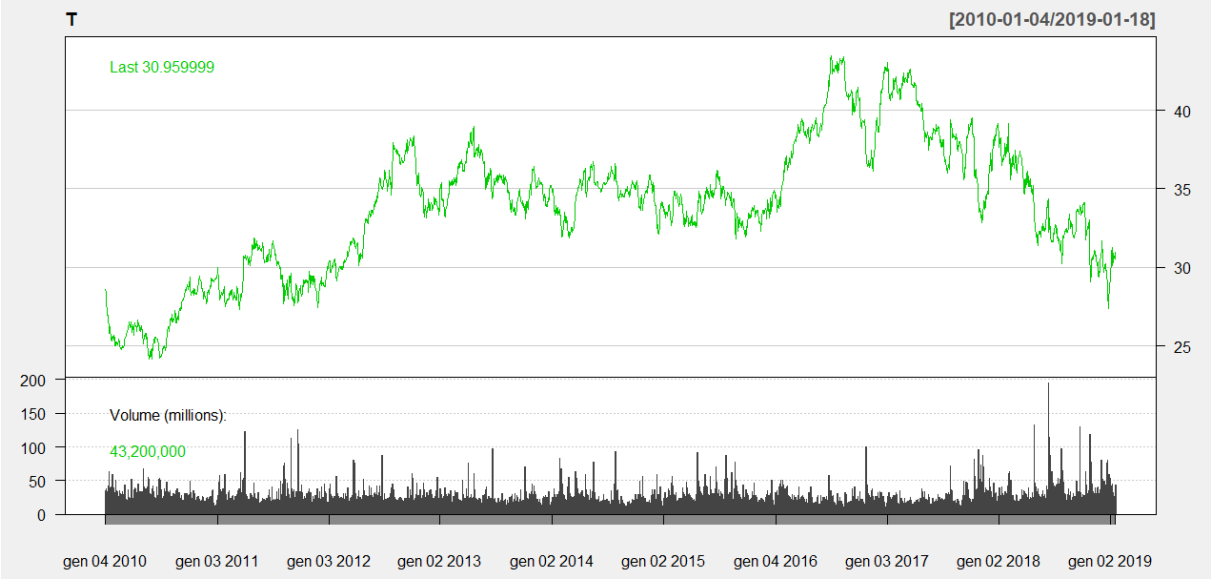

Figure 15. Andamento del titolo AT&T Inc.

La *figura 15* mostra un'elevata volatilità ed un trend caratterizzato da un rialzo con picco tra il 2016 e il 2017 per poi decrescere fino ai livelli del 2011.

La compagnia ha un fatturato di circa 164 miliardi di dollari, 269.000 dipendenti, margini di profitto par al 20,40% ed utili pari a 33 miliardi. Gli analisti prospettano nel 2019 un incremento dei ricavi e del guadagno per azione.

- BANK OF AMERICA (BAC):

Bank of America Corporation nasce nel 1904 come Bank of Italy a San Francisco; viene fondata da Amadeo Pietro Giannini. Attualmente è una delle banche americane più grandi e offre servizi che spaziano dal wealth management, alla banca commerciale e d'investimento. Copre circa il 10,70% di tutti i depositi bancari negli U.S.A. e possiede assets per circa $2.325 B. Nella storia è stata attrice di diverse acquisizioni ma la più famosa ed importante è stata quella di Merrill Lynch negli anni dopo la crisi del 2008 che l'hanno portata ad essere a tutti gli effetti una delle banche più potenti al mondo.

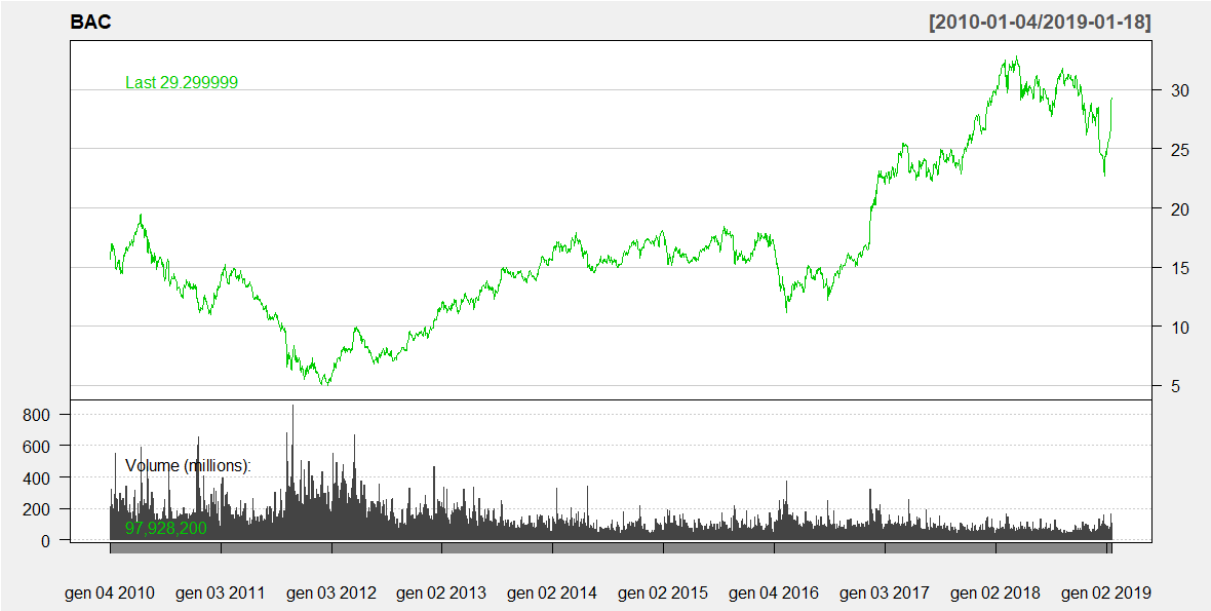

Figure 16. Andamento del titolo Bank of America.

La *figura 16* mostra un trend complessivamente positivo segnato, però, da un'importante diminuzione dei prezzi nel biennio 2010-2012 dovuto principalmente alle problematiche con i mutui che hanno causato la crisi del 2008.

La società conta circa 204.00 dipendenti, un valore di mercato di 280 miliardi di dollari, ricavi per $87,96 B, utili pari a $26,7 B, con un margine di profitto del 32%. Gli analisti prospettano una crescita nel 2019 sia del fatturato che del EPS.

- THE COCA-COLA COMPANY (KO):

La Coca-Cola, la bevanda più conosciuta al mondo, viene inventata nel 1886 dal farmacista John Stith Pemberton, pochi anni dopo nel 1892 la ricetta viene acquistata da Asa Griggs Candler che nello stesso anno fonda la compagnia ad Atlanta.

La società vanta un numero enorme di bevande, circa 400, alcune create esclusivamente per zone e paesi specifici. In Italia i brand prodotti dalla nota casa sono: Coca-Cola, Fanta, Sprite, Fuzetea, Powerade, Royal Bliss, Kinley, AdeZ, Lilla, Sveva.

La compagnia conta 61.800 dipendenti ed un fatturato pari a 32 miliardi di dollari, utili per 3 miliardi con un margine di profitto del 8,70%.

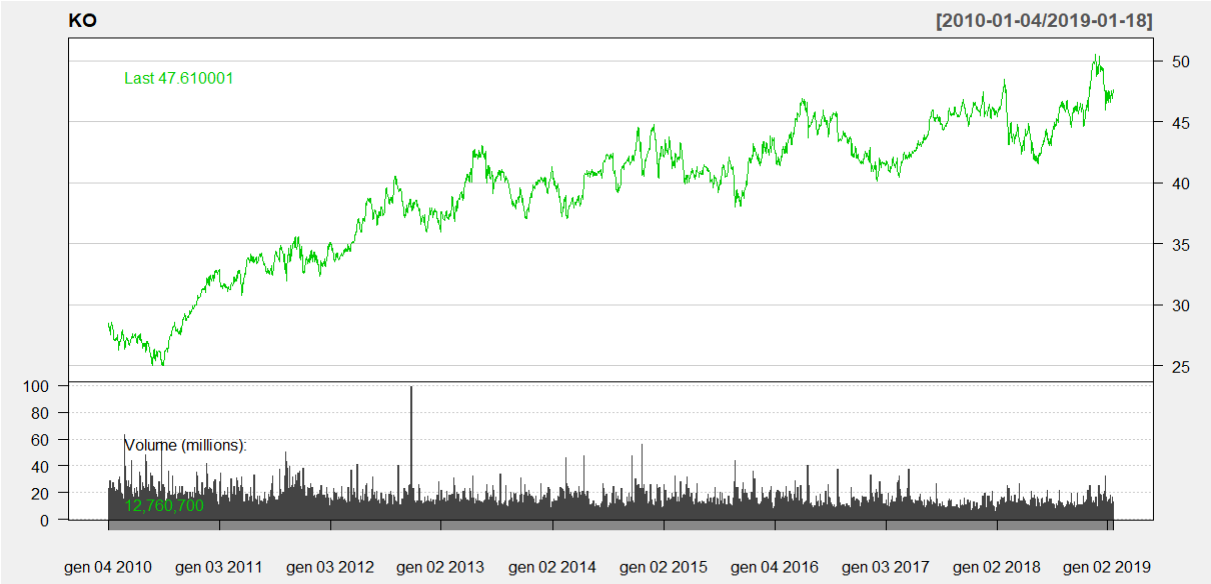

Figure 17. Andamento del titolo The Coca-Cola Company.

La figura 17 mostra un trend nettamente crescente con un picco relativo ai volumi scambiati nel 2012 complice la sponsorship delle olimpiadi di Londra e la riapertura di rotte commerciali come con il Myanmar.

Coca Cola ha una capitalizzazione pari a 203 miliardi, un valore di mercato di $230 B.

Gli analisti prevedono nel 2019 una crescita sia del fatturato che del guadagno per azione.

Ricapitolando i titoli considerati nel nostro dataset considera diversi settori industriali riassunti nella *figura 18*:

Riepilogo società	Settore industriale	Capitalizzazione	N° dipendenti	fatturato
Apple Inc (AAPL)	Elettronica ed informatica	$734.58B	132000	$261.61B
Walt Disney (DIS)	Media e intrattenimento	$163.85B	201000	$59.39B
Ford Motors Company (F)	Automobilistico	$34.97B	202000	$160.34B
AT&T Inc. (T)	Telecomunicazioni	$225.88B	268220	$164B
Bank of America (BAC)	Bancario	$281.47B	240000	$87.96B
The Coca-Cola Company (KO)	Alimentare	$203B	61800	$31.86B

Tabella 18. Tabella riassuntiva delle società.

La tabella rappresenta la correlazione tra le quotazioni dei titoli considerati nell'analisi. Si può notare che, seppur appartenenti a diversi settori, vi è una correlazione abbastanza elevata tra i diversi titoli fatta eccezione per il titolo *Ford*

	AAPL	F	T	KO	DIS	BAC
AAPL	1	0,1175104	0,7910526	0,9000472	0,8999115	0,8679512
F		1	0,2395574	0,2210649	0,3703362	0,1585948
T			1	0,9158064	0,8766612	0,6183618
KO				1	0,9196079	0,6966872
DIS					1	0,7482164
BAC						1

3.2. Gli indicatori e oscillatori.

Nel definire il trading system si seguita una strategia improntata sulla semplicità considerando quindi solo due indicatori di analisi tecnica più precisamente sono stati utilizzati un indicatore di *momentum* e un oscillatore, rispettivamente le *Bande di Bollinger* e l'*RSI* che verranno qui brevemente introdotti.

- *Bande di Bollinger*.

Le *Bande di Bollinger* sono uno tra i più famosi ed utilizzati indicatori nell'analisi tecnica. Sono state teorizzate per la prima volta nel 1980 da *John Bollinger*, la loro costruzione è piuttosto semplice e si basa su due parametri:

- *n* numero di termini utilizzati nel calcolo della media mobile –*MA* (che può essere sia semplice o esponenziale) che definisce la linea centrale, ed della devianza standard mobile (*DSM*)
- *k* che definisce l'ampiezza delle bande che vengono poste ad una distanza dalla linea centrale pari a *k* volte la deviazione standard mobile. Il parametro *k* permette quindi di costruire due bande una superiore (*MA + k DSM*) e una inferiore (*MA - k DSM*).

I parametri più frequentemente utilizzati sono:

- *n* = 20 e *k*= 2, questi parametri sono considerati validi generalmente.
- *n* = 10 e *k*= 1,9, nel caso fosse necessario utilizzare une *MA* corta.
- *n* = 50 e *k* = 2,1, nel caso contrario fosse necessario usare una *MA* lunga.

In letteratura vi sono diversi dibattiti circa la validità di tali parametri ed un lavoro molto importante e strettamente collegato a questo elaborato è stato svolto da *M. Butler e K. Kazakov (2010)* dove nel loro paper intitolato "*Particle Swarm Optimization of Bollinger Bands*" hanno dimostrato come un set di parametri ottimizzato sia maggiormente profittevole rispetto una strategia Buy & Hold. I due studiosi nel loro lavoro hanno scomposto la grandezza *k* in due parametri da ottimizzare, uno per la costruzione della banda superiore ed uno per quello della banda inferiore, hanno poi ottimizzato la lunghezza *n* ed un quarto parametro che restituisce la tipologia di media mobile (semplice o esponenziale) da utilizzare più profittevole.

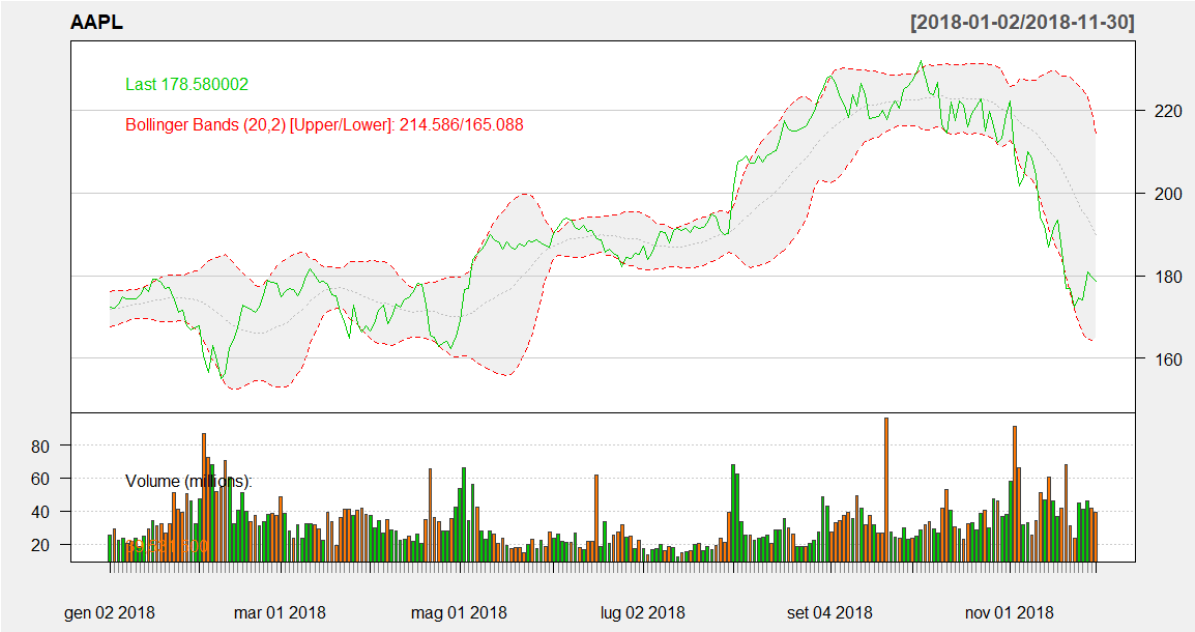

Figure 19. Esempio di Bande di Bollinger

La figura 19 mostra un esempio di *Bande di Bollinger* costruite con i parametri 20 e 2. È immediato notare come l'ampiezza delle bande vari in base alla volatilità del titolo ampliandosi in presenza di alta volatilità e restringendosi in caso contrario.

L'idea sottostante a tale indicatore è che i prezzi oscillano attorno ad un valore medio e soolo quando c'è un allontanamento significativo da tale valor medio c'è l'indicazione di un andamento che merita di essere considerato in chiave di investimento/speculazione.

I segnali di acquisto o di vendita sono indentificati dalle seguenti equazioni:

$$\frac{P_t - BBL_t}{BBU_t - BBL_t} < 0{,}3 \qquad (1)$$

$$\frac{P_t - BBL_t}{BBU_t - BBL_t} > 0{,}7 \qquad (2)$$

Dove la (1) mostra un segnale di acquisto e la (2) un segnale di vendita. Più in generale è valida l'indicazione secondo la quale, presupposto che il prezzo oscilla all'interno delle bande, una volta che questo sfonda la banda inferiore siamo in presenza di una situazione di ipervenduto e si dovrebbe quindi entrare in posizione long, viceversa, qualora il prezzo

attraversa la banda superiore siamo in presenza di una situazione di ipercomprato e la posizione da adottare è quella short.

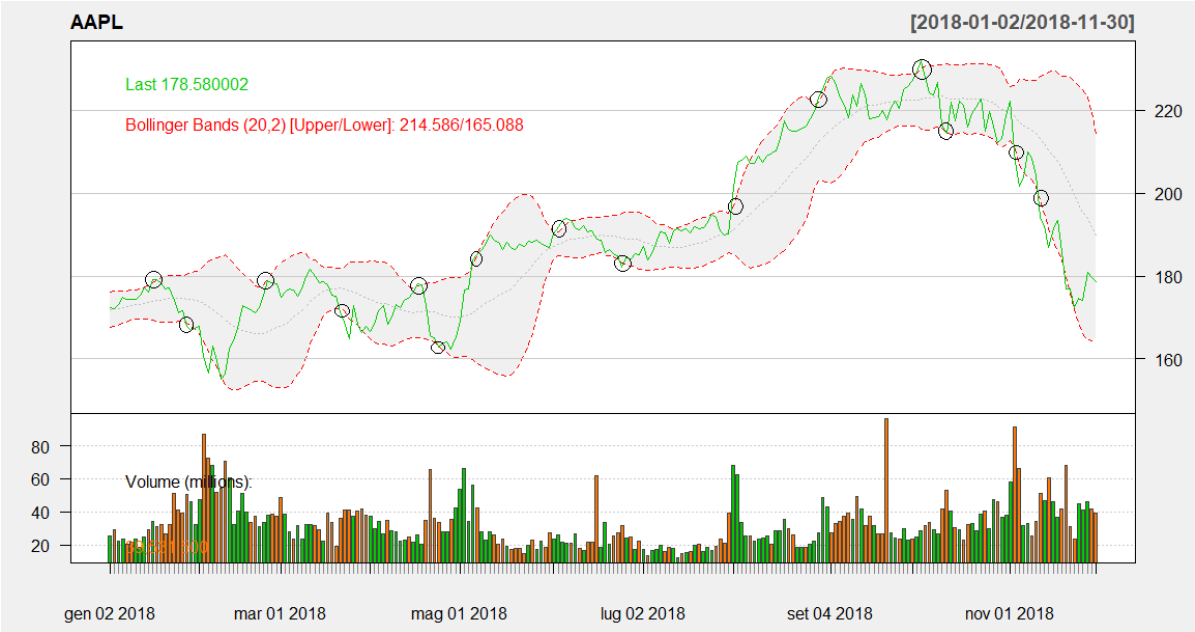

Figure 20. Esempio di segnali derivanti dall'applicazione delle Bande di Bollinger.

L'immagina mostra lo stesso grafico precedentemente introdotto con l'aggiunta dei segnali ottenuti. Si evince come quattro degli ultimi sei segnali, complice l'inversione di trend dei prezzi Apple congiuntamente all'aumento della volatilità, siano in realtà dei falsi segnali. È prudente affianca alle *Bande di Bollinger* almeno un altro indicatore o oscillatore per definire un posizionamento più corretto possibile.

- RSI:

Il Relative Strenght Index è un indicatore di momento ideato nel 1978 da *John Welles Wilder*; la costruzione si basa esclusivamente su un parametro n che rappresenta il periodo di giorni rispetto ai quali l'indice è calcolato:

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

dove con il simbolo ΔP_t si indica la differenza del prezzo di chiusura al tempo t rispetto a quello al tempo t-1 mentre $\Delta^+ P_t$ considera solo le differenze positive.

L'*RSI* è quindi il rapporto tra le variazioni di prezzo positive il valore assoluto del totale dei movimenti dei prezzi il tutto moltiplicato per cento. Si ottiene quindi un indicatore che viene anche chiamato oscillatore poiché i valori sono sempre positivi e oscillano in un gap compreso tra 0 e 100, nel primo caso quando siamo in assenza di variazioni positive del prezzo, nel secondo, viceversa, quando le variazioni nel lasso temporale scelto sono esclusivamente positive.

In base all'ampiezza temporale scelta si otterranno risultati diversi, più *n* è piccolo più l'*RSI* sarà sensibile ad una variazione del prezzo aumentando, tuttavia, le possibilità di incappare in falsi segnali.

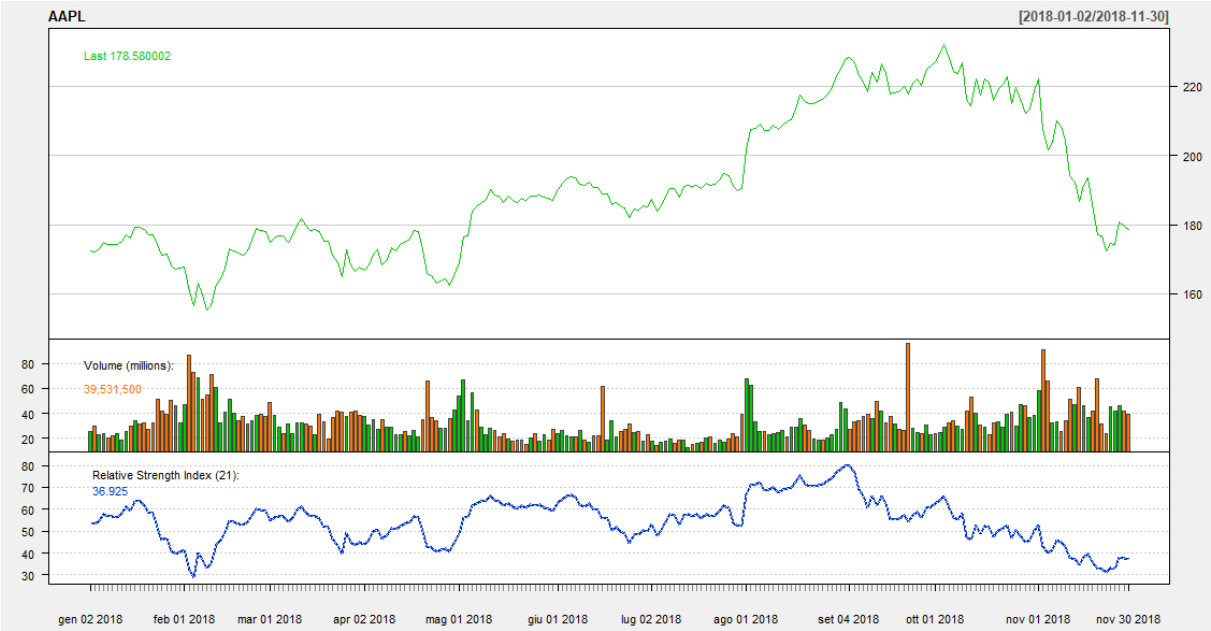

Figure 21. Esempio di RSI.

La figura 21 riporta un esempio di *RSI* con *n* pari a 20, in letteratura e nei confronti che verranno effettuati in seguito in questo elaborato tra il set di parametri ottimizzati e quelli standard verrà utilizzato un *n* pari a 14.

Per determinare un segnale di acquisto o di vendita la logica sottostante è simile a quella utilizzata nelle *Bande di Bollinger*, si parla sempre di ipervenduto o ipercomprato: per determinare le due condizioni appena accennate si considerano due soglie, una superiore ed una inferiore, in questo lavoro rispettivamente 70 e 30, di conseguenza se l'RSI sarà maggiore di 70 avremo una situazione di ipercomprato e la posizione da adottare sarà short, viceversa, se l'*RSI* assume valori inferiori a 30 siamo in una situazione di ipervenduto e la posizione da assumere è quella long.

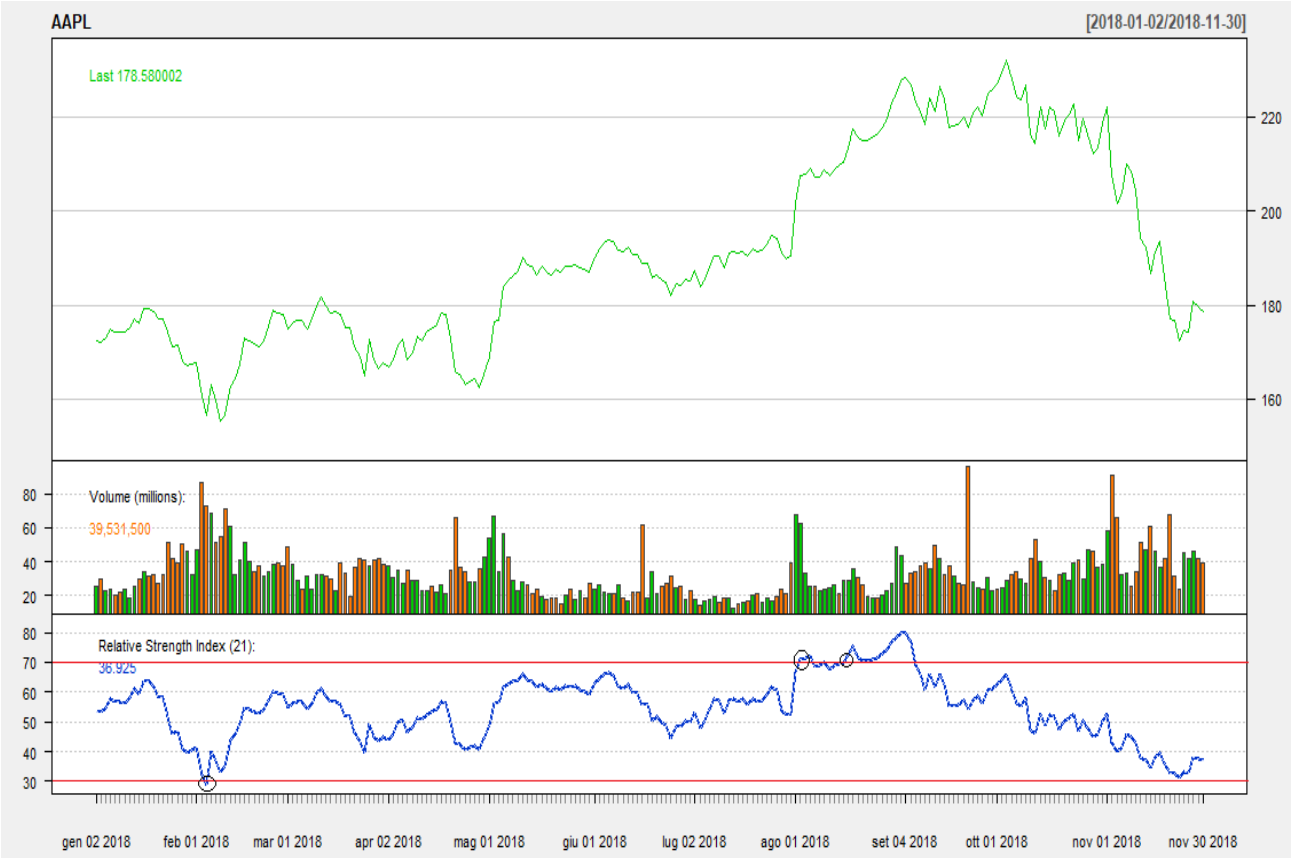

Figure 22. Esempio di segnali derivanti dall'applicazione dell'RSI.

Il grafico mostra i segnali d'acquisto o di vendita in relazione all'oscillatore creato precedentemente. Anche in questo caso siamo in presenza di un falso segnale ossia il penultimo punto cerchiato.

3.3. Strategia e ottimizzazione in R.

Passiamo ora in rassegna la costruzione della strategia e l'ottimizzazione in *R*. Si è già introdotto il pacchetto utilizzato per la creazione di un trading system, si riporteranno quindi solamente alcune righe del codice che caratterizzano il sistema utilizzato per ottenere gli output sui quali verranno tratte le conclusioni.

```
fp = function(parxx=c(1,1,1)) {

  rm.strat("portprov")

  ilnostroport= "portprov"
  capitiniz= 10000
  ilnostroacc= ilnostroport

  initPortf(ilnostroport, symbols = instru, initDate = startdate)
  initAcct(ilnostroacc,portfolios = ilnostroport, initDate = startdate, in
itEq = capitiniz)
  initOrders(portfolio = ilnostroport)
  addPosLimit(portfolio=ilnostroport, symbol=instru, timestamp = startdate
, maxpos=1000)

  stratprov=strategy(ilnostroport)

  nRSI = parxx[1]
  nSMAbb = parxx[2]
  sdBB = parxx[3]
```

In questa parte di codice ci sono delle novità rispetto quanto introdotto precedentemente. In primis la nostra strategia è trasformata in una *function* in quanto sarà la *nostra fitness function*: è una funzione basata su 3 variabili ossia *parxx[1], parxx[2] e parxx[3]* che, rispettivamente, rappresentano l'n utilizzato nella costruzione dell'*RSI*, quello utilizzato per la costruzione della media mobile semplice delle *Bande di Bollinger* ed infine il

moltiplicatore da utilizzare per ottenere l'ampiezza delle *Bande di Bollinger* in funzione della deviazione standard mobile..

È stata inoltre, attraverso la funzione a*ddPosLimit*, aggiunto un limite al numero di posizioni attivabili, questo limite è posto indirettamente ponendo la quantità di strumenti massimi per posizione pari alla quantità di una singola posizione. Così facendo si evita che in caso di segnali persistenti vi sia l'apertura di posizioni multiple bensì di una singola posizione che viene mantenuta fino al raggiungimento di un segnale opposto.

Il *rm.strat("portprov")* permette di eliminare il portafoglio, l'account e l'order book, in modo da ripetere la funzione potenzialmente infinite volte; questo passaggio è molto importante perché, vista la centralità del pacchetto *Quantstrat e Blotter* intorno a questi tre oggetti incorporati nell'oggetto nascosto *.blotter*, per poter ripetere la nostra funzione con parametri diversi vi sono due possibilità: nominare ogni portafoglio (dal quale si crea l'account e l'order book) con un numero diverso ed in sequenza in modo da non avere ripetizioni che bloccherebbero il processo di ottimazioni oppure all'inizio di ogni iterazione eliminare il portafoglio precedentemente creato creandone uno nuovo con lo stesso nome. Il secondo metodo, se da un lato porta alla perdita di informazioni secondarie ed ininfluenti ma non dell'ammontare del profitto (il nostro valore da massimizzare come riportato nella parte di codice nella pagina successiva) in quanto la funzione utilizzata per ottimizzare i parametri memorizza ogni valore ottenuto per ogni singola iterazione, dall'altro permette di computare gli output in maniera molto più rapida e snella.

```
stratprov = add.indicator(strategy = stratprov, name = "SMA", arguments =
list(x = quote(Cl(mktdata)), n=1), label="SMA")
stratprov = add.indicator(strategy = stratprov, name = "BBands", arguments
= list(HLC = quote(Cl(mktdata)), n=nSMAbb,         maType="SMA", sd=sdBB),
label='BBands')
stratprov = add.indicator(strategy = stratprov, name = "RSI", arguments =
list(price = quote(Cl(mktdata)),n=nRSI),            label="RSI")

stratprov = add.signal(stratprov,name="sigFormula",arguments = list(data =
quote(mktdata), formula = "rsi.RSI < 30 & SMA <     dn.BBands "),label="up
Sig.enterSig")
stratprov = add.signal(stratprov,name="sigFormula",arguments = list(data =
quote(mktdata), formula = "rsi.RSI > 70 & SMA >     up.BBands"),label="dnS
ig.exitSig")
```

```
stratprov = add.rule(strategy = stratprov,name="ruleSignal",arguments = li
st(sigcol="upSig.enterSig", sigval=TRUE,            orderqty=1000, orderty
pe='market', orderside='long',osFUN = osMaxPos),type='enter',label='enter'
)
stratprov = add.rule(strategy = stratprov,name="ruleSignal",arguments = li
st(sigcol="dnSig.exitSig", sigval=TRUE,             orderqty="all", ordert
ype='market', orderside='long'),type='exit',label='exit')


out= applyStrategy(strategy = stratprov, portfolios = ilnostroport)

updatePortf(Portfolio = ilnostroport)

stats=tradeStats(ilnostroport)

profitto= stats[,5]


return(profitto)



}
```

La parte di codice appena riportata è il core della nostra strategia: si tratta di un sistema bastato sugli indicatori trattati nel sotto capitolo precedente, i parametri utilizzati richiamano quelli precedentemente definiti come incognite della nostra funzione. In generale la strategia prevede esclusivamente una posizione long, sono quindi escluse vendite allo scoperto, ogni qualvolta si raggiunga un segnale di acquisto che si ottiene quando il prezzo di chiusura è minore della banda inferiore delle *Bande di Bollinger* e l'*RSI* è minore di 30. Il segnale che chiude la posizione si ottiene quando i prezzi di chiusura sono maggiori della banda superiore delle *Bande di Bollinger* e l'*RSI* maggiore di 70.

In quanto pacchetto chiuso si sono riscontrate diverse difficoltà nell'utilizzare i prezzi di chiusura ottenuti tramite *getSymbol* e successivamente raggruppati automaticamente dal pacchetto *Quantstrat* nella tabella *mktdata*. Per bypassare questa problematica si sono sfruttate le proprietà delle medie mobili semplici creandone una relativa ai prezzi di chiusura con *n* fisso pari ad 1. In questo modo si è utilizzata la *SMA* appena citata come equivalente dei prezzi di chiusura senza incorrere in alcun errore.

```
optimum1 = genoud(fp,
                  nvars = 3,
                  max = TRUE,
                  pop.size = 20,
                  max.generations = 100,
                  wait.generations = 100,
                  hard.generation.limit = TRUE,
                  starting.values = c(12,21,2),
                  MemoryMatrix = FALSE,
                  Domains = matrix(c(2,3,1,
                                     200,200,6),
                                   nrow=3,ncol=2)
```

genoud è la funzione utilizzata per applicare l'ottimizzazione mediante algoritmi genetici, tale funzione fa parte del pacchetto *rgenoud*. Il primo input da definire è la *fitness function*, nel nostro caso la *function fp* vista precedentemente, bisogna quindi esplicitare il numero di variabili incognite. Successivamente indicare la dimensione della popolazione e il numero di generazioni da effettuare; si può quindi decidere se impostare un parametro *wait.generation* corrispondente ad un ampiezza di generazioni e, qualora non vi sia alcun miglioramento delle soluzioni in questo gap, l'algoritmo viene interrotto e fornisce la soluzione ottima trovata fino a quel momento.

È possibile anche determinare una serie di valori iniziali per la prima popolazione nonché una matrice dove vengono posti dei limiti inferiori e superiori dei valori da testare in modo da facilitare ed indirizzare l'algoritmo verso un dominio definito.

3.4. Metodologia utilizzata.

Nella computazione degli output per prima cosa si è suddiviso la serie storica in due intervalli temporali, il primo, dal 2010-01-01 al 2016-12-31, è il periodo *in-sample* in cui si è applicata l'ottimizzazione e il relativo processo di selezione dei parametri ottimi con gli algoritmi genetici, il secondo, dal 2017-01-01 al 2018-12-31, è il periodo *out-of-sample* nel quale sono state testate le soluzioni trovate e comparate poi con quelle ottenute con i valori dei parametri utilizzati in letteratura in modo da dimostrare l'efficienza nell'utilizzo delle variabili ottimizzate.

Per quanto riguarda la programmazione dell'algoritmo è stata impostata la numerazione della popolazione pari a 20 e il numero di generazioni pari a 100, in questo modo sono state testate 2000 soluzioni; la prova è stata successivamente ripetuta 20 volte in modo da ottenere un campione di output sufficientemente grande in modo da minimizzare la possibilità di selezione di un set di parametri non ottimi.

Gli output ottenuti sono stati quindi raggruppati in un'unica tabella, è stato selezionato il set di parametri che effettivamente ha generato un rendimento superiore rispetto gli altri e, nel caso più parametri abbiano portato allo stesso valore di profitto, si è considerata la moda esclusivamente con riferimento ai parametri succitati. Successivamente si è testato *in-sample* per confermare la bontà e la correttezza dei risultati associati e confrontare i dati ottenuti dal trading con quelli relativi alla strategia con parametri standard.

Gli output sono stati poi testati nel periodo *out-of-sample* e sempre confrontati con i risultati ottenuti dall'utilizzo dei parametri citati in letteratura.

4. Analisi dei risultati.

4.1. Apple.

Come già anticipato nella parte relativa alla metodologia sono state effettuate 20 prove utilizzando una popolazione di 20 unità e considerando al massimo 100 generazioni. I risultati ottenuti sono riportati nella tabella che segue:

	n RSI	n SMA BB	k SD BB	Profitto	Generazione
1	9	13	2	93417.08	5
2	9	13	2	93417.08	48
3	9	13	2	93417.08	94
4	9	19	1	83212.15	3
5	9	19	1	83212.15	3
6	7	13	2	93263.48	15
7	9	13	2	93417.08	11
8	9	13	2	93417.08	28
9	9	13	2	93417.08	12
10	9	13	2	93417.08	23
11	9	13	2	93417.08	31
12	9	15	1	83212.15	3
13	9	13	2	93417.08	9
14	9	13	2	93417.08	45
15	9	15	1	83212.15	12
16	9	13	2	93417.08	51
17	7	13	2	93263.48	11
18	9	13	2	93417.08	3
19	9	13	2	93417.08	81
20	9	13	2	93417.08	44

Tabella 23. Tabella riassuntiva degli output ottenuti dall'ottimizzazione (Apple)

I risultati ottenuti sono uniformi con un *n* relativo al RSI con moda pari a 9 (in 18 casi su venti viene selezionato tale valore), *n* il numero di termini per il calcolo della media mobile utilizzata per la costruzione delle *Bande di Bollinger* è pari a 13 in 16 casi su 20 e

k pari a 2 anche in questo caso in 16 casi su 20. Con tale set di parametri si ottiene un profitto di $93417.08.

L'ultima colonna riporta la generazione in cui si è raggiunta la soluzione ottima; in relazione a questo dato si evince che la soluzione è stata raggiunta la maggior parte delle volte nelle prime generazione e solo tre volte su venti in una generazione successiva alla cinquantesima. In particolare, la media è pari a 26,6 generazioni mentre la mediana pari a 13,3.

La figura nella pagina seguente riporta la strategia lanciata nel periodo *in-sample* con i parametri standard, ossia, *RSI* n=14, *SMA Bollinger Band* n=20 e *SD Bollinger Band* k=2. Il risultato di questa strategia ha portato ad una perdita di $7.829,53, principalmente dovuta ai primi due scambi che hanno generato una perdita che solo parzialmente è stata compensata dall'ultimo positivo.

La figura 24 fornisce diverse informazioni: nella parte superiore è rappresentato l'andamento dello strumento insieme alla rappresentazione delle Bande di Bollinger costruite. Vi sono dei triangoli verdi e rossi che indicano le posizioni di acquisto e vendita.

Nel corpo centrale sono rappresentati i volumi scambiati che nel nostro caso sono costanti, la curva di profitto ed infine la curva di Drawdown.

Nella parte inferiore è rappresentato l'RSI.

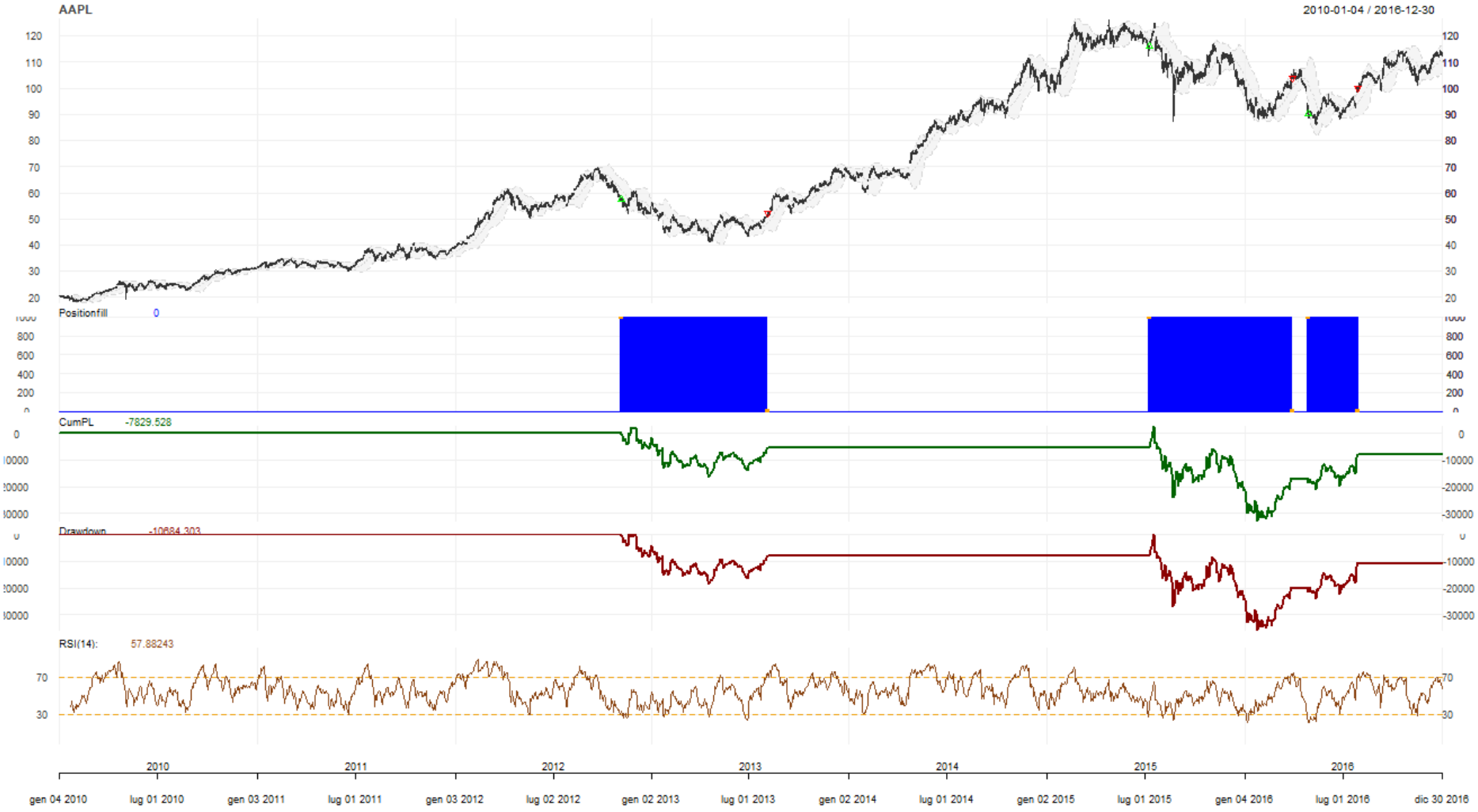

Figure 24. grafico riepilogativo della strategia standard nel periodo in-sample

	Start	End	Init.Qty	Init.Pos	Max.Pos	End.Pos	Closing.Txn.Qty	Num.Txns	Max.Notional.Cost	Net.Trading.PL
1	05/11/2012 01:00	05/08/2013 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	57653.67	-5.409.706
2	10/07/2015 02:00	31/03/2016 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	115909.62	-11.970.230
3	28/04/2016 02:00	29/07/2016 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	90435.56	9.550.408

	Start	End	MAE	MFE	Pct.Net.Trading.PL	Pct.MAE	Pct.MFE	tick.Net.Trading.PL	tick.MAE	tick.MFE	duration
1	05/11/2012 01:00	05/08/2013 02:00	-16192.98	2.395.355	-0.09383108	-0.28086643	0.04154731	-5.409.706	-1619298	239535.5	23587200
2	10/07/2015 02:00	31/03/2016 02:00	-27299.55	8.264.481	-0.10327210	-0.23552448	0.07130108	-11.970.230	-2729955	826448.1	22896000
3	28/04/2016 02:00	29/07/2016 02:00	-3757.40	9.675.118	0.10560456	-0.04154782	0.10698356	9.550.408	-375740	967511.8	7948800

Tabella 25.tabella riepilogativa degli scambi della strategia standard nel periodo in-sample (Apple)

Dalla *figura 25* che riporta le statistiche relative ad ogni scambio si evince quanto già affermato: nel primo scambio che è durato dal 2012-11-05 al 2013-08-05 a fronte di un investimento di $57.653,67 si è incorsi in una perdita di $5.409,71, nel secondo, datato dal 2015-07-10 al 2016-03-31, la perdita è stata pari a $11.970,23 (investiti $115.909,62), mentre, nell'ultimo, dal 2016-04-28 al 2016-07-29 si è riportato un profitto pari a $9.550,41 (investiti $90.435,56).

Più nello specifico si sono ottenuti i seguenti risultati:

	Portfolio	Symbol	Num.Txns	Num.Trades	Net.Trading.PL	Avg.Trade.PL	Med.Trade.PL	Largest.Winner
AAPL	prov	AAPL	6	3	-7.829.528	-2.609.843	-5.409.706	9.550.408

	Largest.Loser	Gross.Profits	Gross.Losses	Std.Dev.Trade.PL	Std.Err.Trade.PL	Percent.Positive	Percent.Negative	Profit.Factor
AAPL	-11970.23	9.550.408	-17379.94	11030.14	6.368.252	3.333.333	6.666.667	0.5495077

	Avg.Win.Trade	Med.Win.Trade	Avg.Losing.Trade	Med.Losing.Trade	Avg.Daily.PL	Med.Daily.PL	Std.Dev.Daily.PL	Std.Err.Daily.PL
AAPL	9.550.408	9.550.408	-8.689.968	-8.689.968	-2.609.843	-5.409.706	11030.14	6.368.252

	Ann.Sharpe	Max.Drawdown	Profit.To.Max.Draw	Avg.WinLoss.Ratio	Med.WinLoss.Ratio	Max.Equity	Min.Equity	End.Equity
AAPL	-3.756.071	-35564.03	-0.220153	1.099.015	1.099.015	2.854.775	-32709.26	-7.829.528

Tabella 26. tabella riepilogativa dei risultati della strategia standard nel periodo in-sample (Apple)

Dalla *figura 26* si può notare come la perdita media per scambio sia stata pari a $2.609,843, e che il Drawdown massimo è stato pari a $35.564,03 Le restanti informazioni tabulate non sono analizzate a causa dell'esiguo numero di scambi effettuati.

Applicando alla strategia i parametri ottimizzati si sono ottenuti risultati di gran lunga superiori, sia in relazione al valore massimizzato, ossia il profitto netto, che alle altre informazioni, ad esempio, il numero di scambi effettuati.

Considerando come configurazione ottimale quella che si presenta con più frequenza e cioè n=9 per RSI, n=13 e k=2 per Bande di Bollinger si è verificato i risultati che si sarebbero ottenuti con riferimento alle stesse regole di trading e allo stesso periodo.

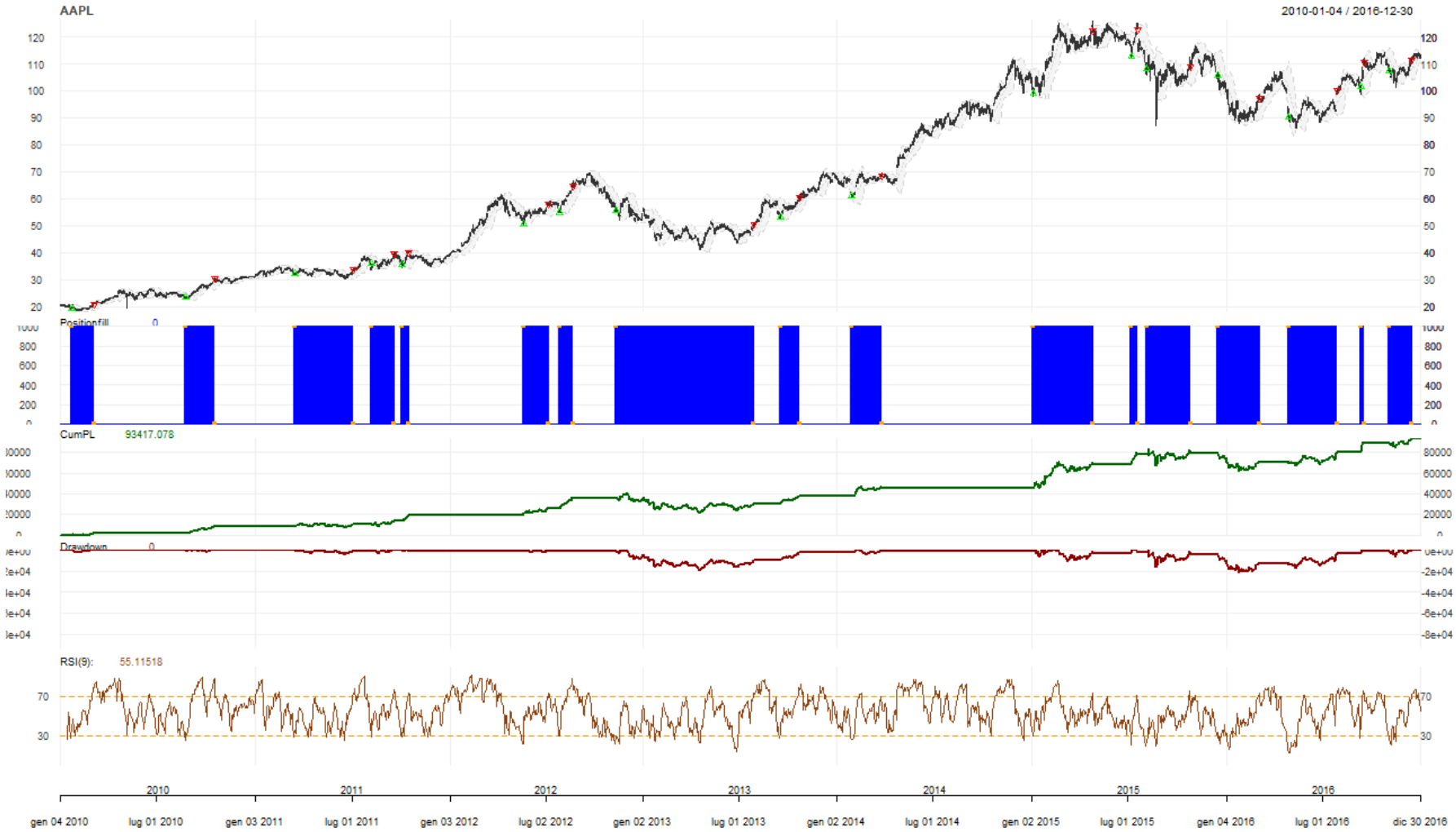

Figure 27.grafico riepilogativo della strategia ottimizzata nel periodo in-sample (Apple)

	Start	End	Init.Qty	Init.Pos	Max.Pos	End.Pos	Closing.Txn.Qty	Num.Txns	Max.Notional.Cost	Net.Trading.PL
1	25/01/2010 01:00	08/03/2010 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	19426.92	1.531.612
2	25/08/2010 02:00	18/10/2010 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	23236.35	7.185.479
3	17/03/2011 01:00	06/07/2011 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	32013.71	1.637.802
4	09/08/2011 02:00	20/09/2011 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	35780.08	3.773.075
5	04/10/2011 02:00	17/10/2011 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	35635.63	4.543.178
6	18/05/2012 02:00	06/07/2012 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	50739.40	7.222.798
7	26/07/2012 02:00	21/08/2012 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	54996.55	9.702.350
8	09/11/2012 01:00	30/07/2013 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	55723.07	-5.274.162
9	17/09/2013 02:00	22/10/2013 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	53110.07	7.529.331
10	29/01/2014 01:00	26/03/2014 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	60882.98	7.597.710
11	06/01/2015 01:00	28/04/2015 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	99100.47	23.143.288
12	09/07/2015 02:00	21/07/2015 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	112891.52	10.041.497
13	05/08/2015 02:00	26/10/2015 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	108500.74	377.777
14	16/12/2015 01:00	07/03/2016 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	105607.42	-8.458.092
15	28/04/2016 02:00	28/07/2016 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	90435.56	9.675.118
16	12/09/2016 02:00	16/09/2016 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	101714.15	9.145.005
17	02/11/2016 01:00	14/12/2016 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	107646.82	4.043.312

Tabella 28.tabella riepilogativa degli scambi della strategia ottimizzata nel periodo in-sample (Apple)

	Start	End	MAE	MFE	Pct.Net.Trading.PL	Pct.MAE	Pct.MFE	tick.Net.Trading.PL	tick.MAE	tick.MFE	duration
1	25/01/2010 01:00	08/03/2010 01:00	-1.054.237	1.531.612	0.078839672	-0.054266811	0.07883967	1.531.612	-105423.7	153161.2	3628800
2	25/08/2010 02:00	18/10/2010 02:00	-249.693	7.185.479	0.309234477	-0.010745795	0.30923448	7.185.479	-24969.3	718547.9	4665600
3	17/03/2011 01:00	06/07/2011 02:00	-1.848.263	1.757.389	0.051159394	-0.057733484	0.05489489	1.637.802	-184826.3	175738.9	9590400
4	09/08/2011 02:00	20/09/2011 02:00	-1.720.070	3.773.075	0.105451824	-0.048073393	0.10545182	3.773.075	-172007.0	377307.5	3628800
5	04/10/2011 02:00	17/10/2011 02:00	-258.301	4.735.473	0.127489755	-0.007248391	0.13288590	4.543.178	-25830.1	473547.3	1123200
6	18/05/2012 02:00	06/07/2012 02:00	0.000	7.611.187	0.142350889	0.000000000	0.15000547	7.222.798	0.0	761118.7	4233600
7	26/07/2012 02:00	21/08/2012 02:00	0.000	10.598.789	0.176417436	0.000000000	0.19271735	9.702.350	0.0	1059878.9	2246400
8	09/11/2012 01:00	30/07/2013 02:00	-14.262.378	4.325.958	-0.094649526	-0.255951054	0.07763316	-5.274.162	-1426237.8	432595.8	22723200
9	17/09/2013 02:00	22/10/2013 02:00	0.000	7.703.152	0.141768417	0.000000000	0.14504126	7.529.331	0.0	770315.2	3024000
10	29/01/2014 01:00	26/03/2014 01:00	-117.942	8.385.575	0.124792019	-0.001937192	0.13773266	7.597.710	-11794.2	838557.5	4838400
11	06/01/2015 01:00	28/04/2015 02:00	-251.808	25.427.857	0.233533582	-0.002540936	0.25658664	23.143.288	-25180.8	2542785.7	9676800
12	09/07/2015 02:00	21/07/2015 02:00	0.000	11.282.578	0.088948192	0.000000000	0.09994176	10.041.497	0.0	1128257.8	1036800
13	05/08/2015 02:00	26/10/2015 01:00	-11.106.987	4.571.236	0.003481792	-0.102367846	0.04213092	377.777	-1110698.7	457123.6	7084800
14	16/12/2015 01:00	07/03/2016 01:00	-16.997.353	0.000	-0.080089939	-0.160948470	0.00000000	-8.458.092	-1699735.3	0.0	7084800
15	28/04/2016 02:00	28/07/2016 02:00	-3.757.400	9.675.118	0.106983556	-0.041547815	0.10698356	9.675.118	-375740.0	967511.8	7862400
16	12/09/2016 02:00	16/09/2016 02:00	0.000	9.772.034	0.089908878	0.000000000	0.09607350	9.145.005	0.0	977203.4	345600
17	02/11/2016 01:00	14/12/2016 01:00	-5.148.659	4.043.312	0.037560905	-0.047829179	0.03756091	4.043.312	-514865.9	404331.2	3628800

Tabella 29.tabella riepilogativa degli scambi della strategia ottimizzata nel periodo in-sample (Apple)

Come si evince dalla *figura 28* e dalla *figura 29*, il numero di scambi effettuati, nonché la curva di profitto e di Drawdown, sono assolutamente migliori rispetto alla strategia con i parametri standardizzati: Utilizzando i parametri ottimizzati con l'algoritmo genetico difatti si hanno 17 *trades* (rispetto i 3 con la prima strategia) ed un profitto pari a $93.417,08.

	Portfolio	Symbol	Num.Txns	Num.Trades	Net.Trading.PL	Avg.Trade.PL	Med.Trade.PL	Largest.Winner
AAPL2	prov	AAPL	34	17	93417.08	5.495.122	7.185.479	23143.29

	Largest.Loser	Gross.Profits	Gross.Losses	Std.Dev.Trade.PL	Std.Err.Trade.PL	Percent.Positive	Percent.Negative	Profit.Factor
AAPL2	-8.458.092	107149.3	-13732.25	6.930.222	1.680.826	8.823.529	1.176.471	7.802.749

	Avg.Win.Trade	Med.Win.Trade	Avg.Losing.Trade	Med.Losing.Trade	Avg.Daily.PL	Med.Daily.PL	Std.Dev.Daily.PL	Std.Err.Daily.PL
AAPL2	7.143.289	7.222.798	-6.866.127	-6.866.127	5.495.122	7.185.479	6.930.222	1.680.826

	Ann.Sharpe	Max.Drawdown	Profit.To.Max.Draw	Avg.WinLoss.Ratio	Med.WinLoss.Ratio	Max.Equity	Min.Equity	End.Equity
AAPL2	1.258.724	-21190.81	4.408.377	1.040.367	1.051.946	93417.08	-1.054.237	93417.08

Tabella 30. Tabella riepilogativa dei risultati della strategia ottimizzata nel periodo in-sample (Apple)

considerato il *trend* di *Apple* crescente se non per alcuni brevi periodi di inversione di tendenza, l'algoritmo ha agito selezionando dei parametri più piccoli rispetto la configurazione classica, considerato che la strategia prevede di operare solo in posizione long e un trend crescente si traduce in un guadagno, tanto più i parametri sono piccoli tanto più vengono generati segnali più rapidi e più copiosi. Se si nota nei periodi di crescita viene generato un elevato guadagno che cala solamente durante le inversioni di tendenza, in qualche modo la curva di profitto ricalca quella dei prezzi.

La differenza tra le due strategie si coglie anche nel *timing;* la strategia con i parametri classici, a fronte di quanto detto nel paragrafo precedente, produce dei falsi segnali in quanto ci fornisce degli avvisi di acquisto nel momento in cui il *trend* non solo non è positivo bensì è in fase decrescente. Anche la strategia con i parametri ottimizzati fornisce segnali di acquisto nelle due stesse situazioni ma, considerato i parametri più piccoli e

quindi una maggior velocità di risposta, i periodi sono più corti e producono una perdita minore.

L'analisi in-sample ha fornito quindi risultati a favore della configurazione ottimizzata medinate algoritmi genetici, si passa ora ad analizzare i risultati che si otterrebbero utilizzando le stesse regole di trading con le due configurazioni parametriche nel caso out-of-sample. Nel perido *out-of-sample*, ossia dal Gennaio 2017 al Dicembre 2018, il trend si è mantenuto simile a quello del periodo *in-sample* fatta eccezione per un crollo alla fine del periodo selezionato per i motivi già riportati nella descrizione del dataset.

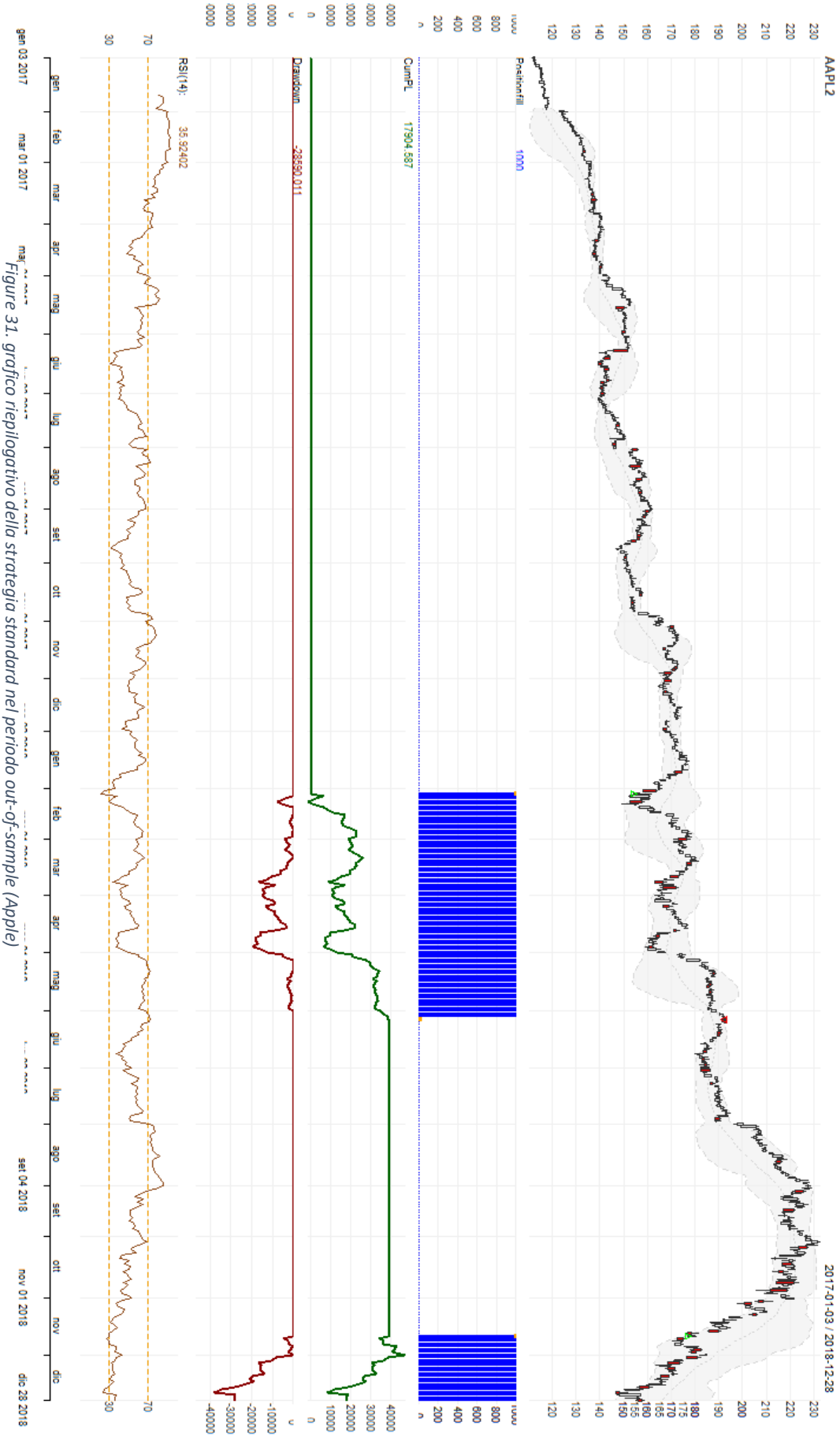

Figure 31. grafico riepilogativo della strategia standard nel periodo out-of-sample (Apple)

	Start	End	Init.Qty	Init.Pos	Max.Pos	End.Pos	Closing.Txn.Qty	Num.Txns	Max.Notional.Cost	Net.Trading.PL
1	05/02/2018 01:00	06/06/2018 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	154175.4	38454.59
2	21/11/2018 01:00	28/12/2018 01:00	1000	1000	1000	1000	-1000	1	176780.0	-20550.00

	Start	End	MAE	MFE	Pct.Net.Trading.PL	Pct.MAE	Pct.MFE	tick.Net.Trading.PL	tick.MAE	tick.MFE	duration
1	05/02/2018 01:00	06/06/2018 02:00	-1.320.206	38.454.590	0.2494211	-0.008563016	0.2494211	3.845.459	-132020.6	3845459.0	10454400
2	21/11/2018 01:00	28/12/2018 01:00	-29.949.997	8.040.008	-0.1162462	-0.169419602	0.0454803	-2.055.000	-2994999.7	804000.8	3196800

Tabella 32. tabella riepilogativa degli scambi della strategia standard nel periodo out-of-sample (Apple)

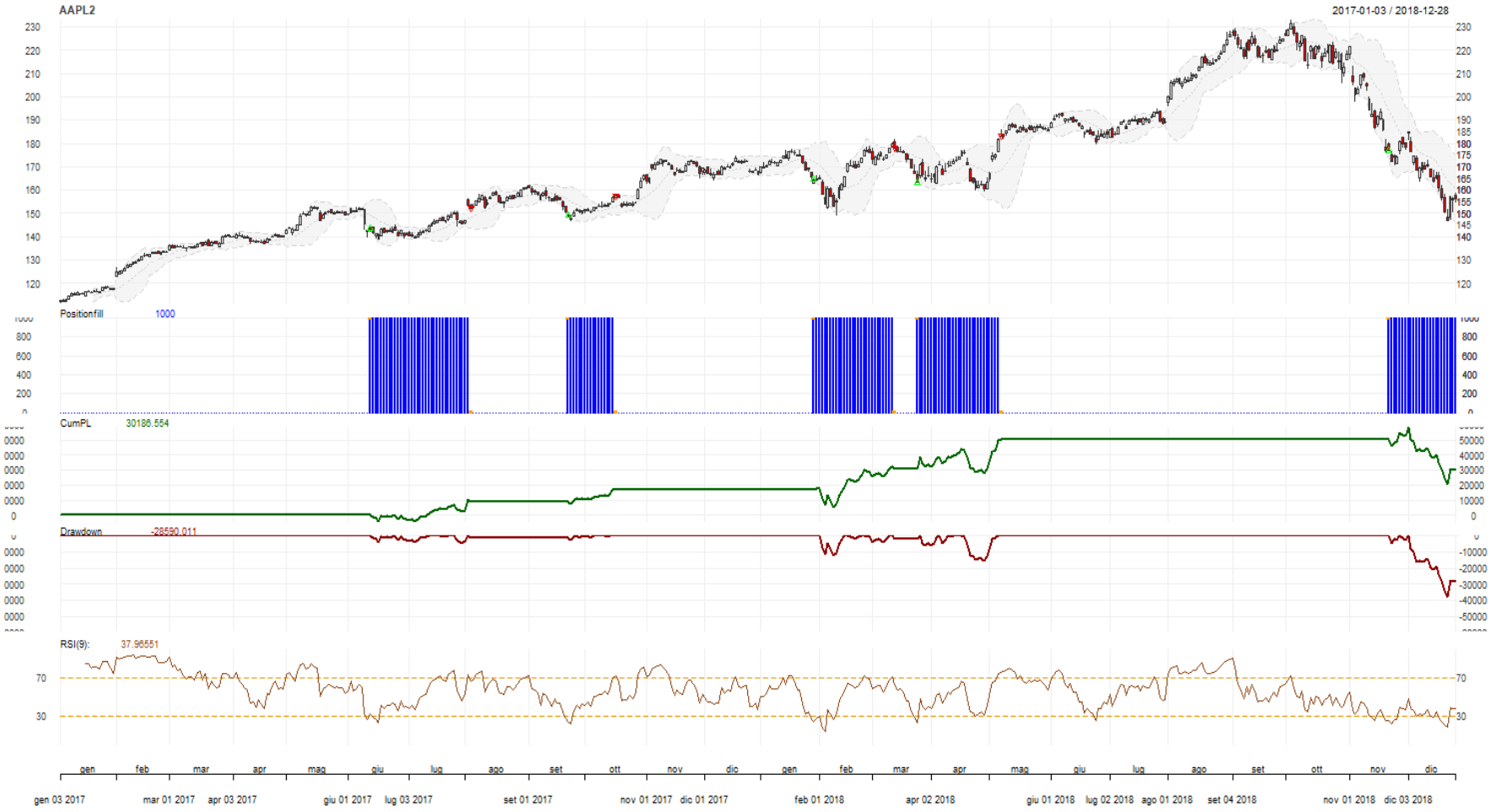

Figure 33. grafico riepilogativo della strategia ottimizzata nel periodo out-of -sample (Apple)

	Start	End	Init.Qty	Init.Pos	Max.Pos	End.Pos	Closing.Txn.Qty	Num.Txns	Max.Notional.Cost	Net.Trading.PL
1	13/06/2017 02:00	03/08/2017 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	143341.5	8.781.006
2	22/09/2017 02:00	17/10/2017 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	149107.4	8.422.806
3	30/01/2018 01:00	13/03/2018 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	164500.3	13.530.609
4	23/03/2018 01:00	07/05/2018 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	163162.9	20.002.136
5	21/11/2018 01:00	28/12/2018 01:00	1000	1000	1000	1000	-1000	1	176780.0	-20.550.003

	Start	End	MAE	MFE	Pct.Net.Trading.PL	Pct.MAE	Pct.MFE	tick.Net.Trading.PL	tick.MAE	tick.MFE	duration
1	13/06/2017 02:00	03/08/2017 02:00	-4.224.243	10.316.239	0.06125933	-0.029469776	0.07196964	8.781.006	-422424.3	1031623.9	4406400
2	22/09/2017 02:00	17/10/2017 02:00	-1.315.460	8.422.806	0.05648820	-0.008822234	0.05648820	8.422.806	-131546.0	842280.6	2160000
3	30/01/2018 01:00	13/03/2018 01:00	-11.645.188	15.261.749	0.08225277	-0.070791272	0.09277640	13.530.609	-1164518.8	1526174.9	3628800
4	23/03/2018 01:00	07/05/2018 02:00	-2.591.767	20.002.136	0.12258999	-0.015884537	0.12258999	20.002.136	-259176.7	2000213.6	3888000
5	21/11/2018 01:00	28/12/2018 01:00	-29.949.997	8.040.008	-0.11624620	-0.169419602	0.04548030	-20.550.003	-2994999.7	804000.8	3196800

Tabella 34. tabella riepilogativa degli scambi della strategia ottimizzata nel periodo out-of-sample (Apple)

È possibile cogliere l'efficacia della strategia con i parametri ottimizzati rispetto a quella con i parametri standard anche nel periodo *out-of-sample*:

	Portfolio	Symbol	Num.Txns	Num.Trades	Net.Trading.PL	Avg.Trade.PL	Med.Trade.PL	Largest.Winner
AAPL2	provofs	AAPL2	3	1	17904.59	38454.59	38454.59	38454.59

	Largest.Loser	Gross.Profits	Gross.Losses	Std.Dev.Trade.PL	Std.Err.Trade.PL	Percent.Positive	Percent.Negative	Profit.Factor
AAPL2	0	38454.59	0	NA	NA	100	0	NA

	Avg.Win.Trade	Med.Win.Trade	Avg.Losing.Trade	Med.Losing.Trade	Avg.Daily.PL	Med.Daily.PL	Std.Dev.Daily.PL	Std.Err.Daily.PL
AAPL2	38454.59	38454.59	NaN	NA	38454.59	38454.59	NA	NA

	Ann.Sharpe	Max.Drawdown	Profit.To.Max.Draw	Avg.WinLoss.Ratio	Med.WinLoss.Ratio	Max.Equity	Min.Equity	End.Equity
AAPL2	NA	-37990.01	0.4712973	NA	NA	46494.6	-1.320.206	17904.59

Tabella 35. tabella riepilogativa dei risultati della strategia standard nel periodo out-of-sample (Apple)

Analizzando le informazioni relative ai risultati ottenuti con la strategia standard si evince che il profitto finale risulta pari a $17.904,59, con un totale di 3 transazioni ed un solo trade completato. Il Drawdown massimo è pari a $37.990,01.

	Portfolio	Symbol	Num.Txns	Num.Trades	Net.Trading.PL	Avg.Trade.PL	Med.Trade.PL	Largest.Winner
AAPL2	provofs	AAPL2	9	4	30186.55	12684.14	11155.81	20002.14

	Largest.Loser	Gross.Profits	Gross.Losses	Std.Dev.Trade.PL	Std.Err.Trade.PL	Percent.Positive	Percent.Negative	Profit.Factor
AAPL2	0	50736.56	0	5.405.645	2.702.823	100	0	NA

	Avg.Win.Trade	Med.Win.Trade	Avg.Losing.Trade	Med.Losing.Trade	Avg.Daily.PL	Med.Daily.PL	Std.Dev.Daily.PL	Std.Err.Daily.PL
AAPL2	12684.14	11155.81	NaN	NA	12684.14	11155.81	5.405.645	2.702.823

	Ann.Sharpe	Max.Drawdown	Profit.To.Max.Draw	Avg.WinLoss.Ratio	Med.WinLoss.Ratio	Max.Equity	Min.Equity	End.Equity
AAPL2	3.724.892	-37990.01	0.794592	NA	NA	58776.57	-4.224.243	30186.55

Tabella 36. tabella riepilogativa dei risultati della strategia ottimizzata nel periodo out-of-sample (Apple)

Con la strategia ottimizzata il risultato è un profitto pari a $30.186,55, ottenuto in 9 transazioni e 4 trade completi mentre il Drawdown massimo è pari alla strategia con parametri standard ossia $37.990,01.

Il risultato migliore è dovuto principalmente alla capacità della strategia con parametri ottimizzati di cogliere tempestivamente e in modo efficace dei segnali profittevoli che la strategia standard non è stata in grado di cogliere.

Osservando le figure riportate in precedenza (*da figura 31 a figura 36)* si può notare come da Giugno 2017 a Ottobre 2017 la strategia ottimizzata sia stata in grado di processare due trade vantaggiosi che la strategia standard non ha colto, non solo, tra Febbraio 2018 e Giugno 2018 entrambe le strategie hanno generato segnali di acquisto ma, mentre per la strategia con i parametri standard la posizione è unica e copre l'intero periodo, la strategia con parametri ottimizzati è divisa in due scambi; facendo ciò è riuscita ad adattarsi ad un periodo di forte volatilità (il profitto ottenuto dalla strategia con parametri standard nel periodo appena descritto è maggiore, questo è dovuto al trend che ha cambiato nuovamente direzione, se così non fosse stato la strategia ottimizzata avrebbe colto più velocemente il possibile pericolo evitando perdite maggiori).

Infine, nel periodo che va da Novembre 2018 a Dicembre 2018, complice l'alta volatilità del titolo e il crollo del prezzo del titolo entrambe le strategie hanno riportato perdite equivalenti.

Si può valutare la bontà dei risultati ottenuti dall'ottimizzazione con gli algoritmi genetici anche dal confronto dei rendimenti. I rendimenti sono stati calcolati con tre metodi: il primo rapportando il profitto ottenuto al capitale investito, il secondo la semplice media dei rendimenti di ogni singolo tra e il terzo la media ponderata dei rendimenti di ogni trade con la sua durata.

Con il primo metodo Apple presenta dei rendimenti migliori nel periodo in-sample con la strategia ottimizzata (3,78803% contro il -2,96574% della strategia standard) ma peggiori nel periodo out-of sample (3,78803% contro il 5,40997% della strategia standard).

Con il secondo metodo la strategia ottimizzata nel periodo *in-sample* presenta un rendimento del 4,12688% contro il -3,04995% della strategia standard; nel periodo *out-*

of-sample la strategia con i parametri ottimi ottiene un rendimento del 9,66577% contro il 6,65875% della strategia standard.

Con il terzo metodo la strategia ottimizzata nel periodo *in-sample* presenta un rendimento del 5,64591% contro il -6.86784% della strategia standard; nel periodo *out-of-sample* la strategia con i parametri ottimi ottiene un rendimento del 57.14286% contro il 16.37902% della strategia standard.

rendimenti	Strategia Standard in sample	Strategia Ottimizzata in sample	Strategia Standard out of sample	Strategia Ottimizzata out of sample
Apple Inc (AAPL)	-2,96574%	3,78803%	5,40997%	3,78803%

Tabella 37. Media dei rendimenti Apple Inc.

media dei rendimenti dei trade	Strategia Standard in sample	Strategia Ottimizzata in sample	Strategia Standard out of sample	Strategia Ottimizzata out of sample
Apple Inc (AAPL)	-3,04995%	4,12688%	6,65875%	9,66577%

Tabella 38. Media dei rendimenti dei trade Apple Inc.

media dei rendimenti dei trade ponderata per la durata	Strategia Standard in sample	Strategia Ottimizzata in sample	Strategia Standard out of sample	Strategia Ottimizzata out of sample
Apple Inc (AAPL)	-6,86784%	5,64591%	16,37902%	57,14286%

Tabella 39. Media dei rendimenti dei trade ponderati per la durata Apple Inc.

4.2. The Walt Disney Company.

La seconda serie storica di cui verranno analizzati i risultati è The Walt Disney Company:

	n RSI	n SMA BB	k SD BB	Profitto	Generazione
1	12	95	3	76556.34	1
2	2	101	3	76556.34	3
3	10	73	3	76556.34	56
4	15	100	3	76556.34	4
5	14	76	3	76556.34	9
6	8	104	3	76556.34	6
7	14	67	3	76556.34	11
8	6	69	3	76556.34	4
9	5	69	3	76556.34	8
10	10	75	3	76556.34	7
11	7	76	3	76556.34	5
12	2	74	3	76556.34	2
13	14	95	3	76556.34	2
14	14	73	3	76556.34	7
15	10	32	3	77370.23	11
16	6	31	3	77370.23	53
17	8	31	3	77370.23	90
18	4	31	3	77370.23	93
19	9	31	3	77370.23	50
20	6	31	3	77370.23	56

Tabella 40. Tabella riassuntiva degli output ottenuti dall'ottimizzazione (Disney)

In questo caso, a differenza degli output del titolo Apple, possiamo notare una minore convergenza dei risultati: i risultati sono sostanzialmente diversi tra loro dimostrando come più parametri possono portare allo stesso risultato. In particolare va evidenziato che 14 volte su 20 il profitto è pari a $76.556,34 e le restanti 6 ad uno pari a $77.370,23; se ne deduce che 14 volte l'algoritmo ha generato dei massimi locali.

Le medie dei valori nRSI, nSMAbb, kSDbb e il numero di generazione in cui si l'algoritmo ha generato la soluzione sono rispettivamente: 8,8, 66,7, 3 e 29,3; le mediane sono: 8,5, 73, 3 e 7,5 e le mode dei valori già citati sono 14, 31, 3 e 56. In questo caso bisogna precisare che la moda dell'*n* utilizzato per la costruzione dell'RSI e la media mobile dell *Bande di Bollinger* sono forvianti poiché in contraddizione con la logica di selezione dei parametri. Come già spiegato le soluzioni sono discordanti ed in 14 casi il profitto ottenuto è inferiore rispetto alle restanti soluzioni. Considerata l'assunzione secondo la quale la selezione dei parametri ottimi era vincolata alla massimizzazione del profitto sono stati esclusi i 14 set di soluzioni con una performance inferiore.

Tra le 6 soluzioni che effettivamente massimizzano il profitto fornendo un risultato uguale tuttavia vi sono delle differenze nei risultati. Per questo motivo, come già specificato nella metodologia, sono stati assunti come parametri per effettuare i test le mode delle 6 soluzioni migliori. Considerato quanto riportato si sono testate la strategia con i valori standard e quella con i parametri ottimizzati utilizzando il set parametrico con valori rispettivamente pari a 6, 31 e 3.

Nel periodo *in-sample* applicando la strategia con i parametri standard si sono ottenuti i seguenti risultati.

	Portfolio	Symbol	Num.Txns	Num.Trades	Net.Trading.PL	Avg.Trade.PL	Med.Trade.PL	Largest.Winner
DIS	prov	DIS	10	5	31194.64	6.238.927	3.548.851	20684.96

	Largest.Loser	Gross.Profits	Gross.Losses	Std.Dev.Trade.PL	Std.Err.Trade.PL	Percent.Positive	Percent.Negative	Profit.Factor
DIS	-1.650.849	32845.48	-1.650.849	8.610.445	3.850.708	80	20	1.989.612

	Avg.Win.Trade	Med.Win.Trade	Avg.Losing.Trade	Med.Losing.Trade	Avg.Daily.PL	Med.Daily.PL	Std.Dev.Daily.PL	Std.Err.Daily.PL
DIS	8.211.371	5.095.272	-1.650.849	-1.650.849	6.238.927	3.548.851	8.610.445	3.850.708

	Ann.Sharpe	Max.Drawdown	Profit.To.Max.Draw	Avg.WinLoss.Ratio	Med.WinLoss.Ratio	Max.Equity	Min.Equity	End.Equity
DIS	115.023	-14840.65	2.101.972	4.974.029	3.086.456	38804.52	-8.351.654	31194.64

Tabella 41. tabella riepilogativa dei risultati della strategia standard nel periodo in-sample (Disney)

Sono state effettuate10 transazioni per un totale di 5 trade completi che hanno portato ad un profitto di $31.194,64, l'80% degli scambi è risultato profittevole e il Radon massimo è pari a $14.840,65.

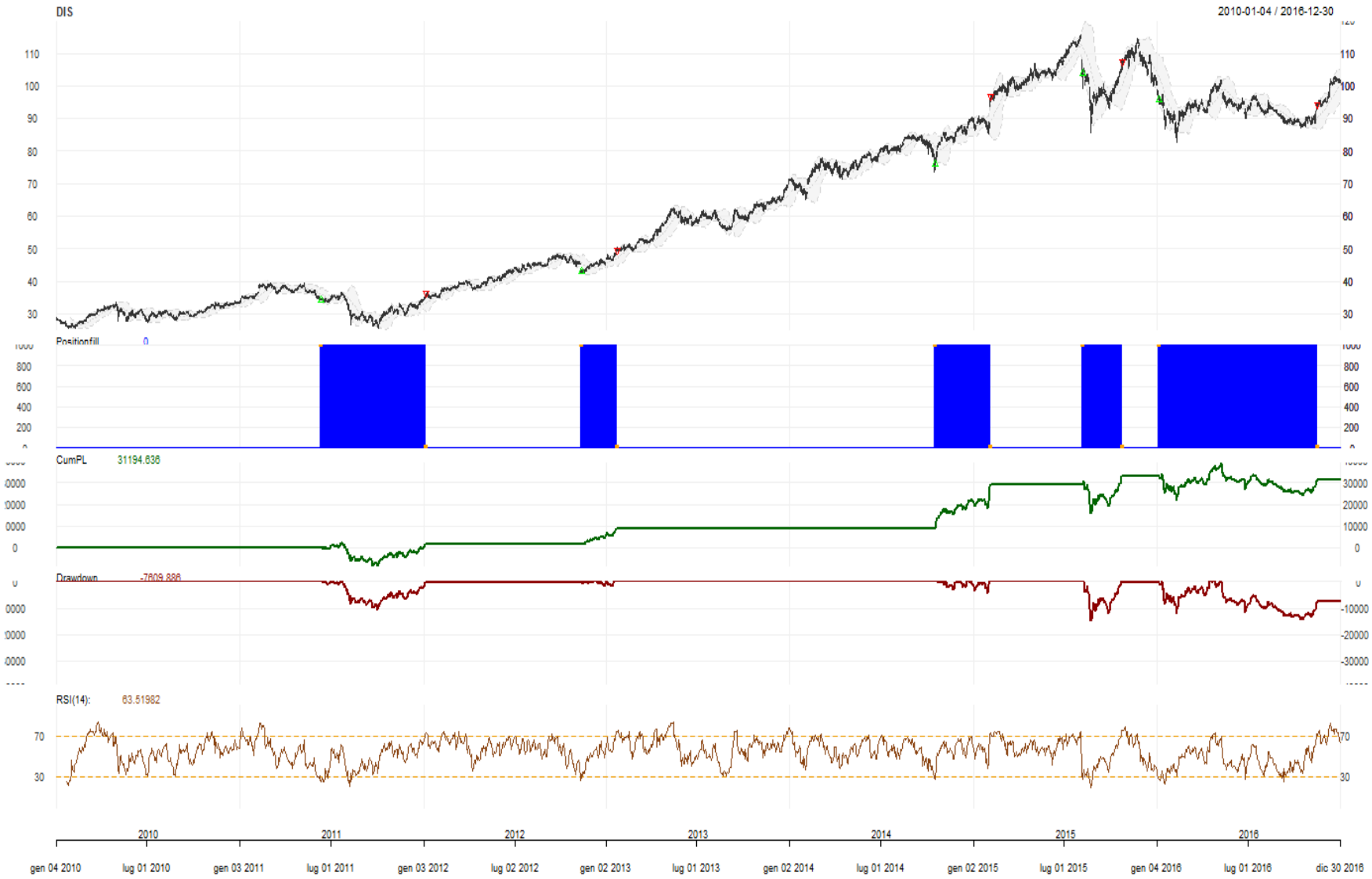

Figure 42. grafico riepilogativo della strategia standard nel periodo in-sample (Disney)

	Start	End	Init.Qty	Init.Pos	Max.Pos	End.Pos	Closing.Txn.Qty	Num.Txns	Max.Notional.Cost	Net.Trading.PL
1	13/06/2011 02:00	06/01/2012 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	34199.89	1.969.982
2	12/11/2012 01:00	24/01/2013 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	43003.27	6.641.693
3	16/10/2014 02:00	05/02/2015 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	76146.00	20.684.959
4	07/08/2015 02:00	23/10/2015 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	103761.18	3.548.851
5	06/01/2016 01:00	14/11/2016 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	95841.10	-1.650.849

	Start	End	MAE	MFE	Pct.Net.Trading.PL	Pct.MAE	Pct.MFE	tick.Net.Trading.PL	tick.MAE	tick.MFE	duration
1	13/06/2011 02:00	06/01/2012 01:00	-8.351.654	2.112.423	0.05760200	-0.244201223	0.06176696	1.969.982	-835165.4	211242.3	17884800
2	12/11/2012 01:00	24/01/2013 01:00	-253.765	6.641.693	0.15444624	-0.005901063	0.15444624	6.641.693	-25376.5	664169.3	6307200
3	16/10/2014 02:00	05/02/2015 01:00	0.000	20.684.959	0.27164865	0.000000000	0.27164865	20.684.959	0.0	2068495.9	9676800
4	07/08/2015 02:00	23/10/2015 02:00	-13.274.979	3.700.676	0.03420211	-0.127937822	0.03566532	3.548.851	-1327497.9	370067.6	6652800
5	06/01/2016 01:00	14/11/2016 01:00	-10.991.730	5.959.037	-0.01722485	-0.114687015	0.06217621	-1.650.849	-1099173.0	595903.7	27043200

Tabella 43. tabella riepilogativa dei risultati della strategia standard nel periodo in-sample (Disney)

Come si vede dal grafico la strategia con i parametri standard ha portato ad un risultato composto da 5 scambi completi. Considerati i valori degli output ottenuti ottimizzando la strategia ci si aspettano meno scambi e con una durata più prolungata, infatti, con k pari 3 si avranno delle bande più ampie rendendo più difficile l'attivazione de.

	Portfolio	Symbol	Num.Txns	Num.Trades	Net.Trading.PL	Avg.Trade.PL	Med.Trade.PL	Largest.Winner
DIS	prov	DIS	8	4	77370.23	19342.56	16991.93	40921.29

	Largest.Loser	Gross.Profits	Gross.Losses	Std.Dev.Trade.PL	Std.Err.Trade.PL	Percent.Positive	Percent.Negative	Profit.Factor
DIS	0	77370.23	0	15976.95	7.988.477	100	0	NA

	Avg.Win.Trade	Med.Win.Trade	Avg.Losing.Trade	Med.Losing.Trade	Avg.Daily.PL	Med.Daily.PL	Std.Dev.Daily.PL	Std.Err.Daily.PL
DIS	19342.56	16991.93	NaN	NA	19342.56	16991.93	15976.95	7.988.477

	Ann.Sharpe	Max.Drawdown	Profit.To.Max.Draw	Avg.WinLoss.Ratio	Med.WinLoss.Ratio	Max.Equity	Min.Equity	End.Equity
DIS	1.921.853	-9013.1	8.584.198	NA	NA	79563.39	-5.508.347	77370.23

Tabella 44. grafico riepilogativo della strategia ottimizzata nel periodo in-sample (Disney)

La strategia ottimizzata ha portato ad un risultato pari a $77.370,23 con 4 scambi completati, uno in meno rispetto alla strategia standard, con un Drawdown massimo di $9.013,10, circa $5000 in meno rispetto alla strategia con i parametri empirici.

Si procede ad analizzare il grafico riportante i segnali di scambio e le tabelle con i risultati per ogni singolo trade.

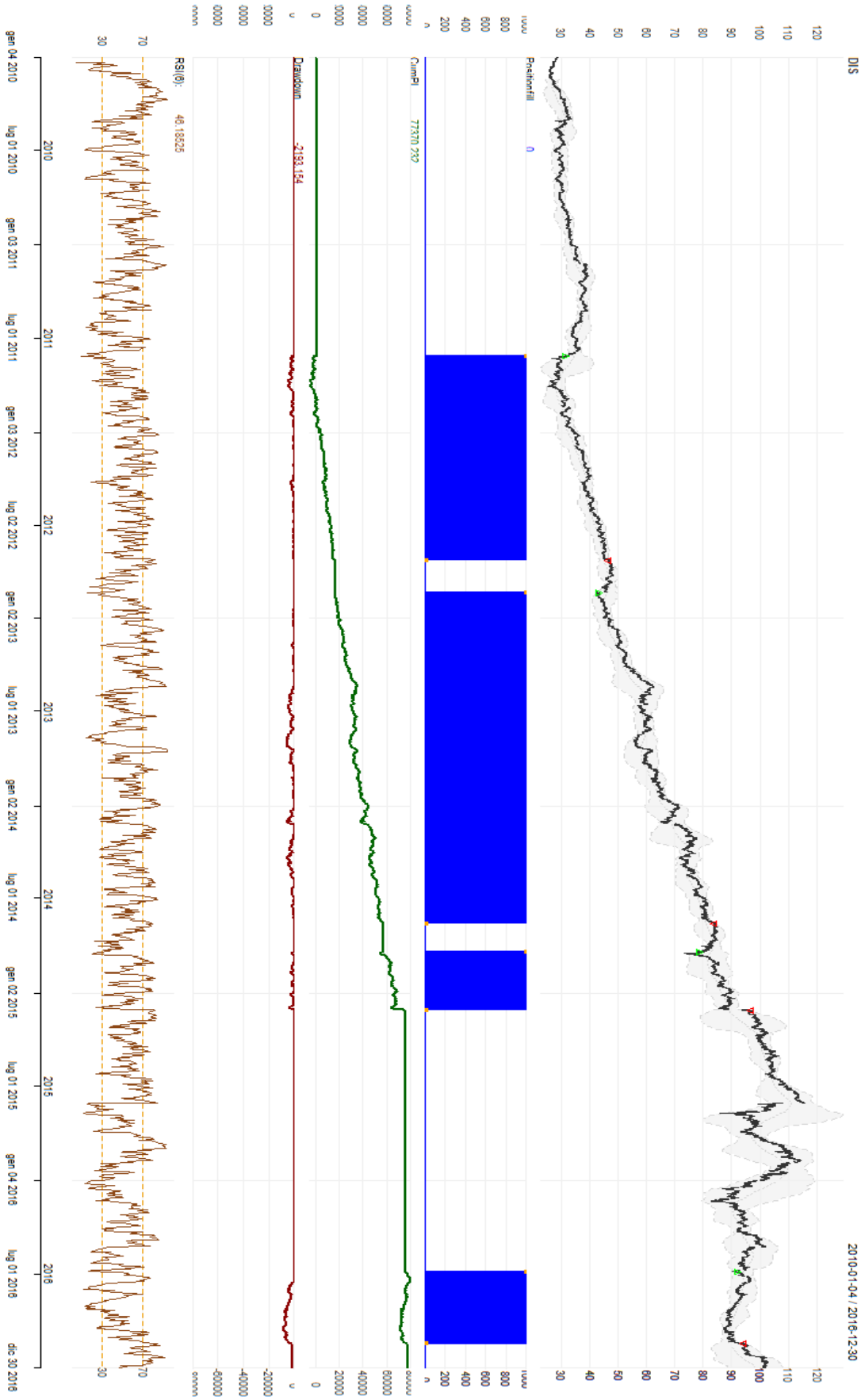

Figure 45. grafico riepilogativo della strategia ottimizzata nel periodo in-sample (Disney)

	Start	End	Init.Qty	Init.Pos	Max.Pos	End.Pos	Closing.Txn.Qty	Num.Txns	Max.Notional.Cost	Net.Trading.PL
1	05/08/2011 02:00	07/09/2012 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	31356.58	15534.65
2	12/11/2012 01:00	19/08/2014 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	43003.27	40921.29
3	14/10/2014 02:00	05/02/2015 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	78381.75	18449.21
4	28/06/2016 02:00	14/11/2016 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	91725.17	2465.08

	Start	End	MAE	MFE	Pct.Net.Trading.PL	Pct.MAE	Pct.MFE	tick.Net.Trading.PL	tick.MAE	tick.MFE	duration
1	05/08/2011 02:00	07/09/2012 02:00	-5.508.347	15.643.413	0.49541913	-0.175667983	0.49888775	1.553.465	-550834.7	1564341.3	34473600
2	12/11/2012 01:00	19/08/2014 02:00	-253.765	40.921.292	0.95158561	-0.005901063	0.95158561	4.092.129	-25376.5	4092129.2	55728000
3	14/10/2014 02:00	05/02/2015 01:00	-2.235.748	18.449.211	0.23537635	-0.028523833	0.23537635	1.844.921	-223574.8	1844921.1	9849600
4	28/06/2016 02:00	14/11/2016 01:00	-4.354.866	4.658.234	0.02687463	-0.047477326	0.05078468	246.508	-435486.6	465823.4	12009600

Tabella 46. tabella riepilogativa degli scambi della strategia ottimizzata nel periodo in-sample (Disney)

Anche in questo caso la selezione dei parametri ha portato un miglioramento nei risultati dovuto principalmente alla capacità della strategia ottimizzata di rimanere nella posizone più a lungo pur cogliendo in tempo i segnali di cambio di tendenza.

Nella analisi out-of-sample il risultato ottenuto però diverge: la strategia ottimizzata risulta essere meno performante rispetto a quella standard.

Si pongono ora a confronto i risultati delle due strategie:

	Portfolio	Symbol	Num.Txns	Num.Trades	Net.Trading.PL	Avg.Trade.PL	Med.Trade.PL	Largest.Winner
DIS	provofs	DIS2	3	1	5.010.003	-1.940.002	-1.940.002	0

	Largest.Loser	Gross.Profits	Gross.Losses	Std.Dev.Trade.PL	Std.Err.Trade.PL	Percent.Positive	Percent.Negative	Profit.Factor
DIS	-1.940.002	0	-1.940.002	NA	NA	0	100	0

	Avg.Win.Trade	Med.Win.Trade	Avg.Losing.Trade	Med.Losing.Trade	Avg.Daily.PL	Med.Daily.PL	Std.Dev.Daily.PL	Std.Err.Daily.PL
DIS	NaN	NA	-1.940.002	-1.940.002	-1.940.002	-1.940.002	NA	NA

	Ann.Sharpe	Max.Drawdown	Profit.To.Max.Draw	Avg.WinLoss.Ratio	Med.WinLoss.Ratio	Max.Equity	Min.Equity	End.Equity
DIS	NA	-13680	0.3662283	NaN	NA	5.010.003	-9750	5.010.003

Tabella 47. tabella riepilogativa dei risultati della strategia standard nel periodo out-of-sample (Disney)

La *figura* 47 soprastante riporta le statistiche generali della strategia standard mentre i dati della della strategia ottimizzata:

	Portfolio	Symbol	Num.Txns	Num.Trades	Net.Trading.PL	Avg.Trade.PL	Med.Trade.PL	Largest.Winner
DIS	provofs	DIS2	3	1	-360.001	-1.830.002	-1.830.002	0

	Largest.Loser	Gross.Profits	Gross.Losses	Std.Dev.Trade.PL	Std.Err.Trade.PL	Percent.Positive	Percent.Negative	Profit.Factor
DIS	-1.830.002	0	-1.830.002	NA	NA	0	100	0

	Avg.Win.Trade	Med.Win.Trade	Avg.Losing.Trade	Med.Losing.Trade	Avg.Daily.PL	Med.Daily.PL	Std.Dev.Daily.PL	Std.Err.Daily.PL
DIS	NaN	NA	-1.830.002	-1.830.002	-1.830.002	-1.830.002	NA	NA

	Ann.Sharpe	Max.Drawdown	Profit.To.Max.Draw	Avg.WinLoss.Ratio	Med.WinLoss.Ratio	Max.Equity	Min.Equity	End.Equity
DIS	NA	-11270	-0.03194331	NaN	NA	3640	-7.629.997	-360.001

Tabella 48. tabella riepilogativa dei risultati della strategia ottimizzata nel periodo out-of-sample (Disney)

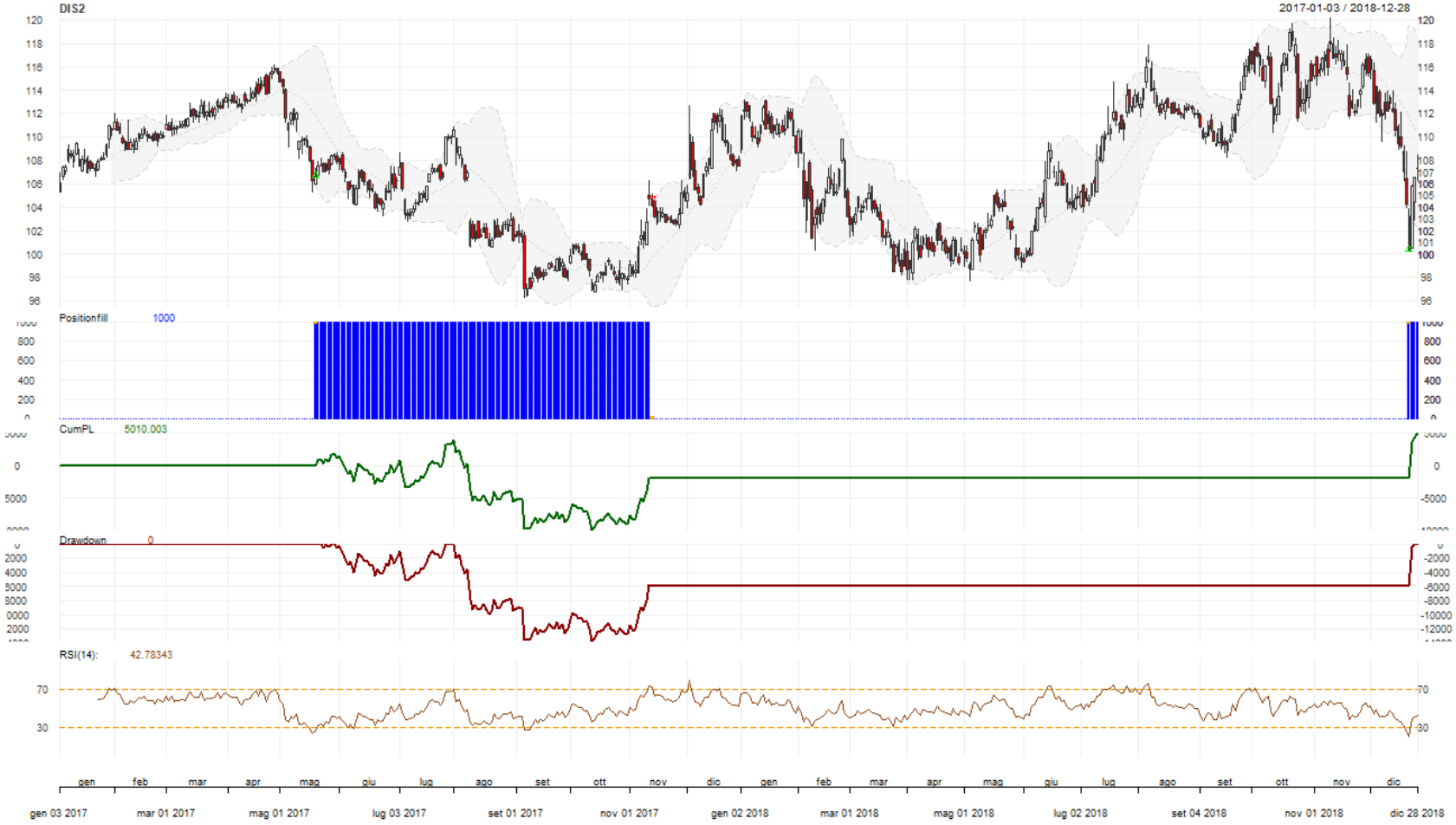

Figure 49. grafico riepilogativo della strategia standard nel periodo out-of-sample (Disney)

	Start	End	Init.Qty	Init.Pos	Max.Pos	End.Pos	Closing.Txn.Qty	Num.Txns	Max.Notional.Cost	Net.Trading.PL
1	18/05/2017 02:00	13/11/2017 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	106680	-1.940.002
2	24/12/2018 01:00	28/12/2018 01:00	1000	1000	1000	1000	-1000	1	100350	6.950.005

	Start	End	MAE	MFE	Pct.Net.Trading.PL	Pct.MAE	Pct.MFE	tick.Net.Trading.PL	tick.MAE	tick.MFE	duration
1	18/05/2017 02:00	13/11/2017 01:00	-9750	3.930.001	-0.01818525	-0.09139483	0.03683915	-1.940.002	-975000	393000.1	15465600
2	24/12/2018 01:00	28/12/2018 01:00	0	6.950.005	0.06925765	0.00000000	0.06925765	6.950.005	0	695000.5	345600

Tabella 50. tabella riepilogativa degli scambi della strategia standard nel periodo out-of-sample (Disney)

Figure 51. grafico riepilogativo della strategia ottimizzata nel periodo out-of -sample (Disney)

	Start	End	Init.Qty	Init.Pos	Max.Pos	End.Pos	Closing.Txn.Qty	Num.Txns	Max.Notional.Cost	Net.Trading.PL
1	05/08/2011 02:00	07/09/2012 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	31356.58	15534.65
2	12/11/2012 01:00	19/08/2014 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	43003.27	40921.29
3	14/10/2014 02:00	05/02/2015 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	78381.75	18449.21
4	28/06/2016 02:00	14/11/2016 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	91725.17	2465.08

	Start	End	MAE	MFE	Pct.Net.Trading.PL	Pct.MAE	Pct.MFE	tick.Net.Trading.PL	tick.MAE	tick.MFE	duration
1	05/08/2011 02:00	07/09/2012 02:00	-5.508.347	15.643.413	0.49541913	-0.175667983	0.49888775	1.553.465	-550834.7	1564341.3	34473600
2	12/11/2012 01:00	19/08/2014 02:00	-253.765	40.921.292	0.95158561	-0.005901063	0.95158561	4.092.129	-25376.5	4092129.2	55728000
3	14/10/2014 02:00	05/02/2015 01:00	-2.235.748	18.449.211	0.23537635	-0.028523833	0.23537635	1.844.921	-223574.8	1844921.1	9849600
4	28/06/2016 02:00	14/11/2016 01:00	-4.354.866	4.658.234	0.02687463	-0.047477326	0.05078468	246.508	-435486.6	465823.4	12009600

Tabella 52. tabella riepilogativa degli scambi della strategia ottimizzata nel periodo out-of-sample (Disney)

In questo caso l'utilizzo della strategia ottimizzata ha portato ad una perdita di $360 nel periodo *out-of-sample* rispetto al guadagno di $5.010,03 della strategia standard. Il motivo è dovuto al fatto che, rispetto la serie storica Apple dove il trend mostra una certa ciclicità, nella serie storica Disney il periodo *out-of-sample* presenta un andamento completamente diverso rispetto al periodo *in sample*. Ne discende che i parametri ottenuti con l'ottimizzazione non sono altrettanto ottimi in un contesto dove vi è un cambiamento di trend e vengono battuti da quelli empirici.

Si può valutare quanto già affermato anche dal confronto dei rendimenti. I rendimenti sono stati calcolati con tre metodi: il primo rapportando il profitto ottenuto al capitale investito, il secondo la semplice media dei rendimenti di ogni singolo tra e il terzo la media ponderata dei rendimenti di ogni trade con la sua durata.

Con il primo metodo Disney presenta dei rendimenti migliori nel periodo in-sample con la strategia ottimizzata (31,64857% contro il 8,83882% della strategia standard) ma peggiori nel periodo out-of sample (-0,1681% contro il 2,41994% della strategia standard.

Con il primo metodo la strategia ottimizzata nel periodo *in-sample* presenta un rendimento del 42,73139% contro il -10,01348% della strategia standard; nel periodo *out-of-sample* la strategia con i parametri ottimi ottiene un rendimento del -0,16732% contro il 2,55362% della strategia standard.

Con il secondo metodo la strategia ottimizzata nel periodo *in-sample* presenta un rendimento del 64,92008% contro il 6,50448% della strategia standard; nel periodo *out-of-sample* la strategia con i parametri ottimi ottiene un rendimento del -1,66262% contro il -1,62739% della strategia standard.

rendimenti	Strategia Standard in sample	Strategia Ottimizzata in sample	Strategia Standard out of sample	Strategia Ottimizzata out of sample
Walt Disney (DIS)	8,83822%	31,64857%	2,41994%	-0,16981%

Tabella 53. rendimenti Disney.

media dei rendimenti dei trade	Strategia Standard in sample	Strategia Ottimizzata in sample	Strategia Standard out of sample	Strategia Ottimizzata out of sample
Walt Disney (DIS)	10,01348%	42,73139%	2,55362%	-0,16732%

Tabella 54. Media dei rendimenti dei trade Disney

media dei rendimenti dei trade ponderata per la durata	Strategia Standard in sample	Strategia Ottimizzata in sample	Strategia Standard out of sample	Strategia Ottimizzata out of sample
Walt Disney (DIS)	6,50448%	64,92008%	-1,62739%	-1,66262%

Tabella 55. Media dei rendimenti dei trade ponderati per la durata Disney

4.3. I risultati delle altre serie storiche.

Le restanti serie non saranno discusse in dettaglio come fatto per il titolo Apple Inc. e The Walt Disney Company tuttavia se ne riportano i principali risultati mentre le tabelle e i grafici sonoo riportati in appendice:

- The Coca-Cola Company: i parametri ottimi utilizzati sono *n RSI = 6, n MA Bande di Bollinger* = 24 *k* = 2. I risultati ottenuti dalla serie sono i più interessati. Sebbene in termini di profitto netto la strategia ottimizzata performi meglio producendo nel periodo *in-sample* un profitto pari a $30.361,90 contro i $15.516,19 della strategia standard ed in quello *out-of-sample* un profitto per $6.635,64 contro i $4.062,14 della strategia con i parametri empirici, lo stesso risultato non è ottenuto considerando i rendimenti.
  I rendimenti calcolati rapportando il profitto totale al capitale investito contraddicono la bontà dell'ottimizzazione: la strategia ottimizzata riporta dei rendimenti pari a 4,16428% nel periodo *in-sample* e 2,56625% nel periodo *out-of-sample* contro, rispettivamente, il 6,90236% e il 4,58335% della strategia standard. In entrambi i casi il motivo è dovuto alla differenza di capitale investito; con la strategia ottimizzata si è investito nel periodo *in-sample* un capitale pari a $729.103 e nel periodo *out-of-sample* $258.573 (per tali valori si intende la somma dei capitali investiti in ogni trade) contro i, rispettivamente, $224.795 e $88.628 utilizzati con la strategia standard.
  Il profitto netto maggiore è imputabile anche al numero di trade effettuati: la strategia ottimizzata ha portato a termine 22 scambi nel periodo *in-sample* e 6 nel periodo *out-of sample* contro i, rispettivamente, 6 e 1 compiuti dalla strategia standard. Entrambe le medie dei rendimenti ottenuti per singolo trade, sia quella

ponderata che quella semplice, indicano rendimenti decisamente migliori con la strategia standard (*figura 58 e figura 59).*

- Ford Motor Company: i parametri ottimi utilizzati sono *n RSI = 11, n MA Bande di Bollinger* = 84 *k* = 2. La serie storica conferma la miglior performance della strategia ottenuta mediante l'ottimizzazione con gli algoritmi genetici. Il profitto generato dalla strategia standard nel periodo *in-sample* è pari a $2.551,07 a fronte di $64.360 investiti con un rendimento pari a 6,55430%, nel periodo *out-of-sample* ha generato una perdita pari a $2.275,94 con un capitale investito corrispondente a $32.432 generando un rendimento del -7,01743%.
  La strategia ottimizzata ha performato producendo, nel periodo *in-sample*, un profitto pari a $8.626,60 a fronte di un capitale investito di $84.322 con un rendimento del 10,23047%; nel periodo *out-of-sample* anche la strategia ottimizzata ha riportato delle perdite imputabili al calo dei prezzi del titolo negli ultimi mesi del 2018, il risultato è una perdita di $361,13 con un capitale investito pari a $30.599 ed un rendimento del -0,001180%.
  Con riferimento al numero di scambi effettuati dalle due strategie e la media dei rendimenti, nel periodo *in-sample,* la differenza di performance viene parzialmente ridotta: la strategia standard ha generato 6 scambi con una media dei rendimenti pari a 6,55430%, la strategia ottimizzata, invece, ha generato 8 scambi con una media dei rendimenti pari a 11,176115%. Nel periodo *out-of-sample* entrambe le strategie hanno completato 3 scambi tuttavia, con riferimento alla strategia standard, due dei tre trade sono in perdita mentre in relazione alla strategia ottimizzata solo uno dei tre è perdente; la media dei rendimenti è -7,10576% per la strategia standard e -1,51940% per la strategia ottimizzata. Essendo la media dei rendimenti dei trade della strategia ottimizzata minore del rendimento ottenuto dalla stessa si evince come nel risultato finale sia fortemente pesata l'ultima perdita.
  La media dei rendimenti ponderata per la durata dello scambio, nel periodo *out-of-sample*, della strategia ottimizzata ossia -6,61881% mostra come nell'ultima perdita riportata abbia impattato anche la durata dello scambio. Analoga considerazione si può fare sulla media dei rendimenti dei trade ponderati per la durata della strategia standard nel periodo *in-sample* che risulta pari a -8,67799%, il risultato negativo, nonostante la strategia nel periodo abbia

generato un profitto, è dovuto alla durata del secondo e del quinto scambio, entrambi negativi in particolar modo il primo con un rendimento del -35%, nettamente superiore agli altri scambi.

- AT&T Inc.: i parametri ottimi utilizzati sono *n RSI = 19, n MA Bande di Bollinger* = 22 *k* = 2. I risultati mostrano nel periodo *out-of-sample* una performance migliore da parte della strategia standard che ha riportato un perdita pari a $ 2.842,51 a fronte di un capitale investito di $100.556 con un rendimento del -2,82678%, mentre, la strategia ottimizzata, ha ottenuto un perdita di $ 6.419,894 con un capitale investito di $34.415 ed un rendimento del -18,6538% (tale rendimento coincide anche con le medie dei rendimenti di ogni trade, sia semplice che ponderata, poiché è stato effettuato un singolo scambio).
  Nel periodo *in-sample* la strategia ottimizzata ha generato un profitto di $ 25.777,11 a fronte di un capitale investito pari a $117.366 con un rendimento del 21,96298% mentre la strategia standard ha prodotto un profitto di $16.046,12 contro un capitale investito di $198.824 riportando un rendimento del 8,07050%.
  Nel periodo *in-sample* le medie dei rendimenti dei singoli trade (*figura 58 e figura 59)* sono simili ai rendimenti succitati. Solo la media dei rendimenti dei trade ponderata per la durata relativa alla strategia standard nel periodo *out-of-sample* presenta una forte differenza rispetto agli altri rendimenti (-7,675710% contro il -2,940745% della media dei rendimenti semplice ed il già visto rendimento della strategia); questa differenza è dovuta al forte impatto dell'ultimo scambio sia in termini di durata (277 giorni) che di rendimento (-14,2414%).

- Bank of America: i parametri ottimi utilizzati sono *n RSI = 58, n MA Bande di Bollinger* = 132 *k* = 3. I risultati ottenuti mostrano una miglior performance della strategia ottimizzata nel periodo *in-sample* dove ha generato un profitto di $15.303,68 a fronte di un capitale investito di $7016 ed un rendimento del 218,06% contro il 7,05511% della strategia standard dovuto ad un profitto di $6.933,05 con un capitale investito $98.269.
  In realtà questa serie ha prodotto scarsi risultati: nel periodo *in-sample* la strategia ottimizzata ha generato un singolo scambio mentre nel periodo *out-of-sample* non ha prodotto alcun segnale di acquisto. Nel periodo appena citato la

strategia standard ha invece subito una perdita di $1.425,23 con un rendimento del -2,72138% considerato il capitale investito di $52.371.
Seppure la strategia ottimizzata abbia evitato la perdita nel periodo *out-of-sample* è impossibile fare confronti poiché l'esiguo numero di scambi non ha fornito sufficienti dati.

5. Conclusioni.

Nell'elaborato si è cercato di confrontare le performance di una strategia costruita con dei parametri ottimizzati mediante gli algoritmi genetici ed una strategia costruita con i parametri empirici. Nel testare i risultati sono stati scelti i set di parametri che effettivamente hanno generato il valore di profitto maggiore e, se pur riportati nelle tabelle riepilogative di ogni serie, sono stati esclusi i parametri che hanno generato degli ottimi locali. Nel caso di parametri differenti che hanno generato il medesimo profitto massimo si è utilizzata la moda dei parametri succitati. I risultati in termini di profitto sono i seguenti:

risultati test in $	Strategia Standard in sample	Strategia Ottimizzata in sample	Strategia Standard out of sample	Strategia Ottimizzata out of sample
Apple Inc (AAPL)	- 7.829,53	93.417,08	17.904,59	30.186,55
Walt Disney (DIS)	31.194,64	77.370,23	5.010,00	- 360,01
Ford Motors Company (F)	2.551,07	8.626,60	- 2.275,95	- 361,14
AT&T Inc. (T)	16.046,12	25.777,11	- 2.842,51	- 6.419,89
Bank of America (BAC)	6.933,05	15.303,68	- 1.425,24	Non sono stati effettuati scambi
The Coca-Cola Company (KO)	15.516,19	30.361,90	4.062,14	6.635,64

Tabella 56. Tabella riepilogativa dei risultati.

Le serie storiche che hanno riportato una migliore performance nel periodo *out-of-sample* sono.

- Apple Inc.: la strategia ottimizzata ha ottenuto un profitto pari a $30.185,55 contro i $17.904,59 ottenuti con la strategia standard.
- Ford Motors Company: pur chiudendo in perdita entrambe le strategie, con la strategia ottimizzata si è ottenuto una perdita inferiore pari a $361,14 contro i $2.275,95 della strategia standard.
- Bank of America: nel periodo *out-of-sample* la strategia ottimizzata non ha generato alcun segnale di acquisto mentre la strategia standard ha prodotto una perdita di $1.425,24.

- The Coca-Cola Company: la strategia ottimizzata ha prodotto un profitto di $6.635,64 contro i $4.062,14 della strategia standard.

Le serie le cui performance sono risultate migliori con l'applicazione della strategia standard rispetto quella ottimizzata sono:

- The Walt Disney Company: la strategia ottimizzata ha prodotto una perdita pari a $360,01 mentre la strategia standard un profitto pari a $5.010,00.
- AT&T Inc.: entrambe le strategie hanno prodotto perdite ma la strategia con parametri ottimizzati ha performato nettamente peggio producendo una perdita di $6.419,89 contro i $4.062,14 della strategia standard.

Analizzando i rendimenti ottenuti:

rendimenti	Strategia Standard in sample	Strategia Ottimizzata in sample	Strategia Standard out of sample	Strategia Ottimizzata out of sample
Apple Inc (AAPL)	-2,96574%	8,14134%	5,40997%	3,78803%
Walt Disney (DIS)	8,83822%	31,64857%	2,41994%	-0,16981%
Ford Motors Company (F)	3,96373%	10,23047%	-7,01744%	-0,00118%
AT&T Inc. (T)	8,07050%	21,96299%	-2,82678%	-18,65388%
Bank of America (BAC)	7,05512%	218,10060%	-2,72138%	Non sono stati effettuati scambi
The Coca-Cola Company (KO)	6,90236%	4,16428%	4,58335%	2,56625%

Tabella 57. rendimenti

- Apple presenta dei rendimenti migliori nel periodo in-sample con la strategia ottimizzata (3,78803% contro il -2,96574% della strategia standard) ma peggiori nel periodo out-of sample (3,78803% contro il 5,40997% della strategia standard).
- Disney presenta dei rendimenti migliori nel periodo in-sample con la strategia ottimizzata (31,64857% contro il 8,83882% della strategia standard) ma peggiori nel periodo out-of sample (-0,1681% contro il 2,41994% della strategia standard).
- Ford mostra dei rendimenti migliori con la strategia ottimizzata sia nel periodo in-sample che out-sample (rispettivamente 10,23047% e -0,00118%) rispetto a quella della strategia standard (rispettivamente 3,96373% e -7,01744%).
- AT&T presenta dei rendimenti migliori nel periodo in-sample con la strategia ottimizzata (21,96299% contro il 8,07050% della strategia standard) ma

peggiori nel periodo out-of sample (-18,65388% contro il -2,82678% della strategia standard).

- Bank of America ha riportato performance migliori con la strategia ottimizzata sia nel periodo in-sample che in quello out-of-sample (rispettivamente 218,10060% e nel periodo out-of-sample non ha generato alcun scambio) rispetto alla strategia standard (rispettivamente 7,05512% e -2,72138%)
- The Coca-Cola Company presenta rendimenti migliori con la strategia standard sia nel periodo in-sample che out-sample (rispettivamente 6,09236% e 4,1628%) rispetto a quella della strategia ottimizzata (rispettivamente 4,58335% e 2,56625%)

Con riferimento alla media dei rendimenti dei singoli trade i risultati sono i seguenti:

media dei rendimenti dei trade	Strategia Standard in sample	Strategia Ottimizzata in sample	Strategia Standard out of sample	Strategia Ottimizzata out of sample
Apple Inc (AAPL)	-3,04995%	4,12688%	6,65875%	9,66577%
Walt Disney (DIS)	10,01348%	42,73139%	2,55362%	-0,16732%
Ford Motors Company (F)	6,55430%	11,17612%	-7,10577%	-1,51941%
AT&T Inc. (T)	8,15836%	22,46367%	-2,94075%	-18,65388%
Bank of America (BAC)	7,82139%	218,10060%	0,00619%	Non sono stati effettuati scambi
The Coca-Cola Company (KO)	7,77271%	4,38669%	4,83717%	2,64588%

Tabella 58. Media dei rendimenti dei trade

- Apple presenta una media dei rendimenti dei trade migliore con la strategia ottimizzata sia nel periodo in-sample che out-sample (rispettivamente 4,12688% e 9,66577%) rispetto a quella della strategia standard (rispettivamente -3,04995% e 6,65875%)
- Disney mostra una media dei rendimenti dei trade migliore con la strategia ottimizzata nel periodo in-sample (42,73139% contro il 10,01348% della strategia standard) ma peggiore nel periodo out-of-sample (-0,16732% contro il 2,55362% della strategia standard).
- Ford presenta una media dei rendimenti dei trade migliore con la strategia ottimizzata sia nel periodo in-sample che out-sample (rispettivamente

11,17612% e -1,51941%) rispetto a quella della strategia standard (rispettivamente 6,55430% e -7,10577%)

- AT&T mostra una media dei rendimenti dei trade migliore con la strategia ottimizzata nel periodo in-sample (22,46367% contro il 8,15836% della strategia standard) ma peggiore nel periodo out-of-sample (-18,65388% contro il -2,94075% della strategia standard).
- Bank of America presenta una media dei rendimenti dei trade migliore con la strategia ottimizzata sia nel periodo in-sample (218,10060% contro il 7,82139% della strategia standard) ma nel periodo *out-of-sample* risulta meno performante in quanto la strategia ottimizzata non genera segnali di trade mentre la strategia standard riporta un rendimento dello 0,00619%.
- The Coca-Cola Company presenta una media dei rendimenti dei trade migliore con la strategia standard sia nel periodo in-sample che out-sample (rispettivamente 7,77271% e 4,83717%) rispetto a quella della strategia ottimizzata (rispettivamente 4,38669% e 2,64588%).

Infine, analizzando la media dei rendimenti dei trade ponderata per la durata di ciascun scambio:

media dei rendimenti dei trade ponderata per la durata	Strategia Standard in sample	Strategia Ottimizzata in sample	Strategia Standard out of sample	Strategia Ottimizzata out of sample
Apple Inc (AAPL)	-6,86784%	5,64591%	16,37902%	57,14286%
Walt Disney (DIS)	6,50448%	64,92008%	-1,62739%	-1,66262%
Ford Motors Company (F)	-8,67800%	7,50188%	-8,55501%	-6,61881%
AT&T Inc. (T)	8,51365%	28,42675%	-7,67571%	-18,65388%
Bank of America (BAC)	-2,34711%	218,10060%	-2,39490%	Non sono stati effettuati scambi
The Coca-Cola Company (KO	6,27003%	2,98379%	9,11019%	1,64681%

Tabella 59. media dei rendimenti dei trade ponderata per la durata

- Apple presenta una media ponderata dei rendimenti dei trade migliore con la strategia ottimizzata sia nel periodo in-sample che out-sample (rispettivamente 5,64591% e 57,14286%) rispetto a quella della strategia standard (rispettivamente –6,86784% e 16,37902%)
- Disney mostra una media ponderata dei rendimenti dei trade migliore con la strategia ottimizzata nel periodo in-sample (64,92008% contro il 6,50448% della

strategia standard) ma peggiore nel periodo out-of-sample (-0,166262% contro il -1,62739% della strategia standard).

- Ford presenta una media ponderata dei rendimenti dei trade migliore con la strategia ottimizzata sia nel periodo in-sample che out-sample (rispettivamente 7,50188% e –6,61881%) rispetto a quella della strategia standard (rispettivamente -8,67800% e -,8,55501%)
- AT&T mostra una media ponderata dei rendimenti dei trade migliore con la strategia ottimizzata nel periodo in-sample (28,42675% contro il 8,51365% della strategia standard) ma peggiore nel periodo out-of-sample (-18,65388% contro il -7,67571% della strategia standard).
- Bank of America presenta una media ponderata dei rendimenti dei trade migliore con la strategia ottimizzata sia nel periodo in-sample (218,10060% contro il -2.34711% della strategia standard) che nel periodo *out-of-sample* (nessuno scambio effettuato con la strategia ottimizzata contro il -2,39490% della strategia standard).
- The Coca-Cola Company presenta una media ponderata dei rendimenti dei trade migliore con la strategia standard sia nel periodo in-sample che out-sample (rispettivamente 6,27003% e 9,11019%) rispetto a quella della strategia ottimizzata (rispettivamente 2,98379% e 1,64681%).

La differenza tra i risultati tra profitto netto e rendimenti è dovuta a molteplici fattori. Il motivo principale deriva dalla logica con cui è stata costruita la strategia e lo script: assegnando una quantità fissa di stock per posizione si ottiene un capitale investito variabile che dipende dal prezzo della azione, il profitto netto è relativo e dipende dal capitale investito.

Sebbene la strategia ottimizzata abbia performato meglio rispetto alla strategia standard in termini di profitto assoluto nel periodo in-sample il risultato non sembra essere replicato in un'ottica generale anche nel periodo out-of-sample.

Come visto nell'esempio Disney l'utilizzo dei parametri ottimizzati non ha portato ad un miglioramento. Le cause principalmente imputabili alla volatilità e al cambio del trend della serie storica hanno dimostrato la difficoltà della strategia ottimizzata ad adeguarsi

ad un cambiamento di scenario. Questo problema è dovuto all'utilizzo di un'unica strategia applicata a prescindere dallo scenario. Un set di varie strategie con indicatori e oscillatori diversi avrebbero potuto performare meglio.

Uno dei problemi principali degli algoritmi genetici e dell'intelligenza artificiale risiede anche nella computazione dei risultati: nella presente tesi la strategia è composta da tre variabili da ottimizzare: questo, insieme ai vincoli imposti sul dominio delle possibili variabili, ha consentito un calcolo delle iterazioni relativamente veloce che ha permesso di coprire gran parte delle possibili soluzioni. Aumentando lo spazio parametrico a seguito dell'introduzione di un numero maggiore di indicatori ed oscillatori con annessi parametri da ottimizzare, il numero delle possibili soluzioni aumenterebbe esponenzialmente, le iterazioni coprirebbero un numero sempre inferiore di possibili valori ottimi ed il risultato potrebbe portare ad ottimi locali.

In generale gli algoritmi genetici così come altri strumenti dell'intelligenza artificiale sono utili ad aumentare il profitto e a migliorare le strategie applicate nelle sessioni di trading ma il tutto deve essere condizionato allo studio della serie storica ed all'implementazione di una strategia che meglio vesta le caratteristiche del titolo considerato.

6. Bibliografia.

- *D. Edwards e J. Magee, Technical Analysis of Stock Trends, U.S.A., CRC Press (11 edition) (1958)*
- *D. de la Fuente, A. Garrido, J. Laviada, A. Gómez. (2006). Genetic algorithms to optimise the time to make stock market investment. Proceedings of the 8th annual conference on Genetic and evolutionary computation, pages 1857-1858.*
- *F. Fernández-Rodríguez, S. Sosvilla-Rivero, J. Andrada-Félix. (1999). Technical analysis in the Madrid stock exchange. FEDEA Working Paper No. 99-05.*
- *F. Fernández-Rodríguez, C. González-Martel, S. Sosvilla-Rivero. (2001). Optimisation of technical rules by genetic algorithms: Evidence from the Madrid stock market. FEDEA Working Paper No. 2001-14.*
- *F. Allen, R. Karjalainen. (1990). Using genetic algorithms to find technical trading rules. Journal of Financial Economics, 1999, vol. 51, issue 2, pages 245-271.*
- *G. M. Gallo, B. Pacini, Metodi quantitativi per i mercati finanziari, Roma, Carocci Editore (2012)*
- *M. Radeerom, Automatic Trading System based on Genetic Algorithm and Technical Analysis for Stock Index (2014), International Journal of Information Processing and Management (IJIPM) Volume 5, Number 4 (pag. 124-132).*
- *M. J. Pring, Techinical Analysis Explained, U.S.A., McGraw-Hill (1980)*
- *M. Butler e K. Kazakov, Particle Swarm Optimization of Bollinger Bands (2010), International Conference on Swarm Intelligence, ANTS 2010, Brussels, pages 504-511.*
- *Presotto Jacopo, Ottimizzazione di un trading system attraverso l'uso del particle swarm optimization (2016)*

- *R. J. Bauer. (1994). Genetic algorithms and investment strategies. John Wiley and Sons, New York.*
- *V. Kapoor, S. Dey, A.P. Khurana - Genetic Algorithm: An Application to Technical Trading System Design (2011), International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 36– No.5, December 2011, pages 44-50*
- *W .P. Hamilton, The stock market barometer, U.S.A., Harper & Brothers (1922)*
- *W. Schabacker, Technical Analysis and Stock Market Profits, U.S.A., Harriman House (1932)*

7. Appendici.

Per ogni serie storica non descritta approfonditamente nel corpo della tesi verrà riportato in ordine: tabella con gli output dell'ottimizzazione, media dei rendimenti dei trade ponderati per la durata, media dei rendimenti dei trade. Grafico, tabella con le statistiche per ogni scambio e tabella con le statistiche generali per la strategia standard nel periodo in sample, strategia ottimizzata nel periodo in sample, strategia standard nel periodo out of sample, strategia ottimizzata nel periodo out of sample.

L'unica eccezione è fatta per la serie storica Bank of America dove la strategia ottimizzata non ha generato alcun segnale nel periodo out of sample.

7.1. The Coca-Cola Company.

	n RSI	n SMA BB	k SD BB	Profitto	Generazione
1	6	24	2	30361.90	41
2	3	24	2	30204.98	35
3	2	24	2	30204.98	33
4	6	24	2	30361.90	41
5	3	24	2	30204.98	16
6	8	21	2	29577.19	1
7	6	24	2	30361.90	59
8	2	35	1	27279.88	14
9	3	24	2	30204.98	23
10	6	24	2	30361.90	75
11	6	24	2	30361.90	17
12	6	24	2	30361.90	16
13	2	18	2	29989.24	98
14	2	18	2	29989.24	6
15	6	24	2	30361.90	28
16	6	24	2	30361.90	43
17	6	24	2	30361.90	4
18	6	24	2	30361.90	59
19	2	35	1	27279.88	10
20	2	35	1	27279.88	1
media	4,45	24,9	1,85		31
moda	6	31	2		41
mediana	6	24	2		25,5

Tabella 60. Tabella riassuntiva degli output ottenuti dall'ottimizzazione (Coca-Cola Company)

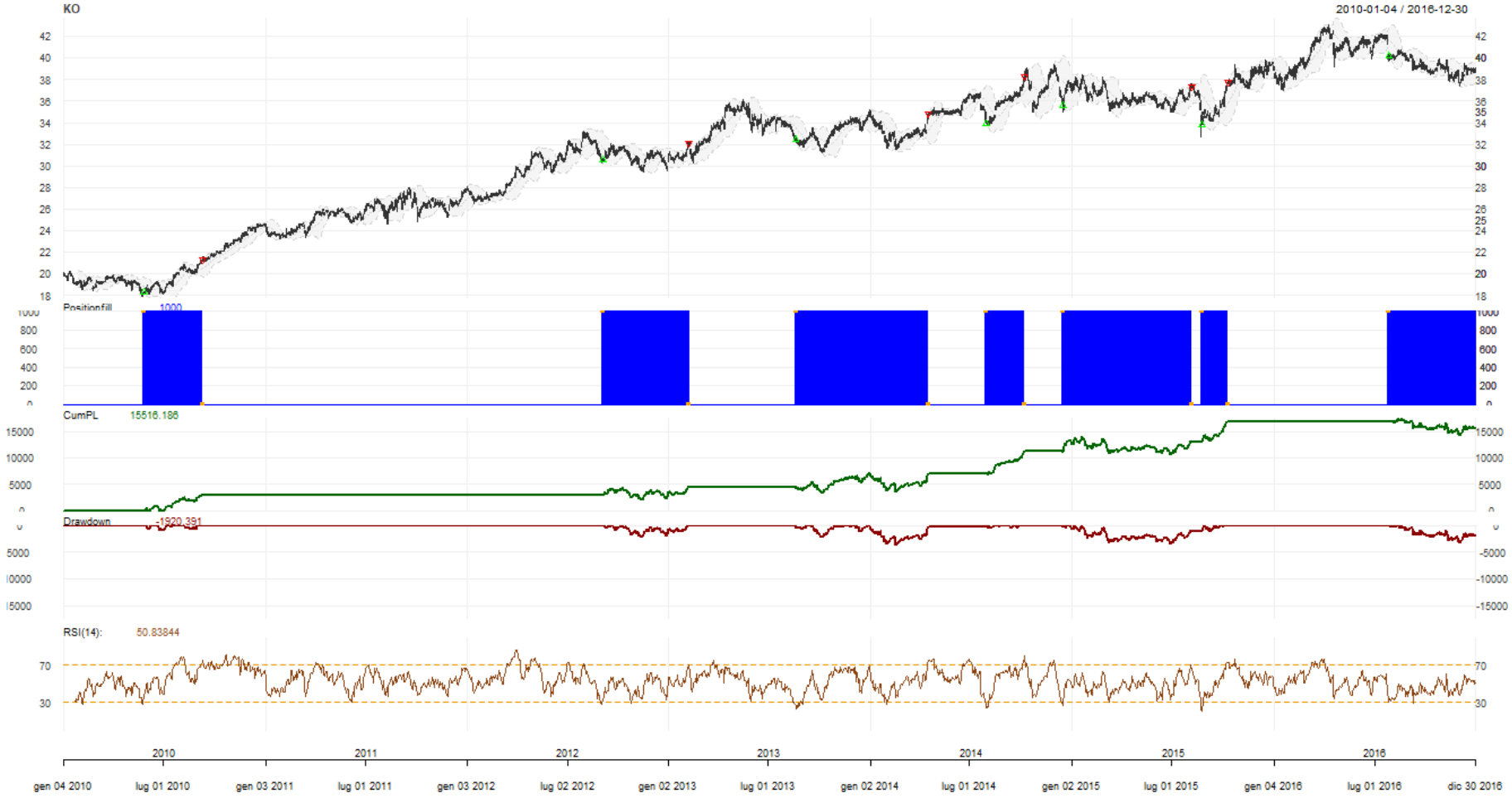

Figure 61. grafico riepilogativo della strategia standard nel periodo in-sample (Coca-Cola Company)

	Start	End	Init.Qty	Init.Pos	Max.Pos	End.Pos	Closing.Txn.Qty	Num.Txns	Max.Notional.Cost	Net.Trading.PL
1	27/05/2010 02:00	10/09/2010 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	18330.62	2.965.740
2	31/08/2012 02:00	08/02/2013 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	30520.96	1.551.637
3	20/08/2013 02:00	16/04/2014 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	32427.38	2.389.320
4	31/07/2014 02:00	07/10/2014 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	33955.06	4.277.847
5	15/12/2014 01:00	06/08/2015 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	35560.80	1.793.862
6	25/08/2015 02:00	09/10/2015 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	33852.67	3.915.508
7	28/07/2016 02:00	30/12/2016 01:00	1000	1000	1000	1000	-1000	1	40147.98	-1.377.728

	Start	End	MAE	MFE	Pct.Net.Trading.PL	Pct.MAE	Pct.MFE	tick.Net.Trading.PL	tick.MAE	tick.MFE	duration
1	27/05/2010 02:00	10/09/2010 02:00	-153.864	2.965.740	0.16179160	-0.008393825	0.16179160	2.965.740	-15386.4	296574.0	9158400
2	31/08/2012 02:00	08/02/2013 01:00	-934.578	1.667.455	0.05083840	-0.030620855	0.05463310	1.551.637	-93457.8	166745.5	13910400
3	20/08/2013 02:00	16/04/2014 02:00	-1.116.327	2.728.370	0.07368219	-0.034425450	0.08413786	2.389.320	-111632.7	272837.0	20649600
4	31/07/2014 02:00	07/10/2014 02:00	-95.070	4.277.847	0.12598554	-0.002799877	0.12598554	4.277.847	-9507.0	427784.7	5875200
5	15/12/2014 01:00	06/08/2015 02:00	-603.183	2.813.660	0.05044493	-0.016962019	0.07912251	1.793.862	-60318.3	281366.0	20217600
6	25/08/2015 02:00	09/10/2015 02:00	0.000	3.915.508	0.11566320	0.000000000	0.11566320	3.915.508	0.0	391550.8	3888000
7	28/07/2016 02:00	30/12/2016 01:00	-2.584.042	542.663	-0.03431625	-0.064362946	0.01351657	-1.377.728	-258404.2	54266.3	13392000

Tabella 62. tabella riepilogativa degli scambi della strategia standard nel periodo in-sample (Coca-Cola Company)

	Portfolio	Symbol	Num.Txns	Num.Trades	Net.Trading.PL	Avg.Trade.PL	Med.Trade.PL	Largest.Winner
KO	prov	KO	13	6	15516.19	2.815.652	2677.53	4.277.847

	Largest.Loser	Gross.Profits	Gross.Losses	Std.Dev.Trade.PL	Std.Err.Trade.PL	Percent.Positive	Percent.Negative	Profit.Factor
KO	0	16893.91	0	1.112.993	4.543.777	100	0	NA

	Avg.Win.Trade	Med.Win.Trade	Avg.Losing.Trade	Med.Losing.Trade	Avg.Daily.PL	Med.Daily.PL	Std.Dev.Daily.PL	Std.Err.Daily.PL
KO	2.815.652	2677.53	NaN	NA	2.815.652	2677.53	1.112.993	4.543.777

	Ann.Sharpe	Max.Drawdown	Profit.To.Max.Draw	Avg.WinLoss.Ratio	Med.WinLoss.Ratio	Max.Equity	Min.Equity	End.Equity
KO	4.015.935	-3.582.807	4.330.735	NA	NA	17436.58	-153.864	15516.19

Tabella 63. tabella riepilogativa dei risultati della strategia standard nel periodo in-sample (Coca-Cola Company)

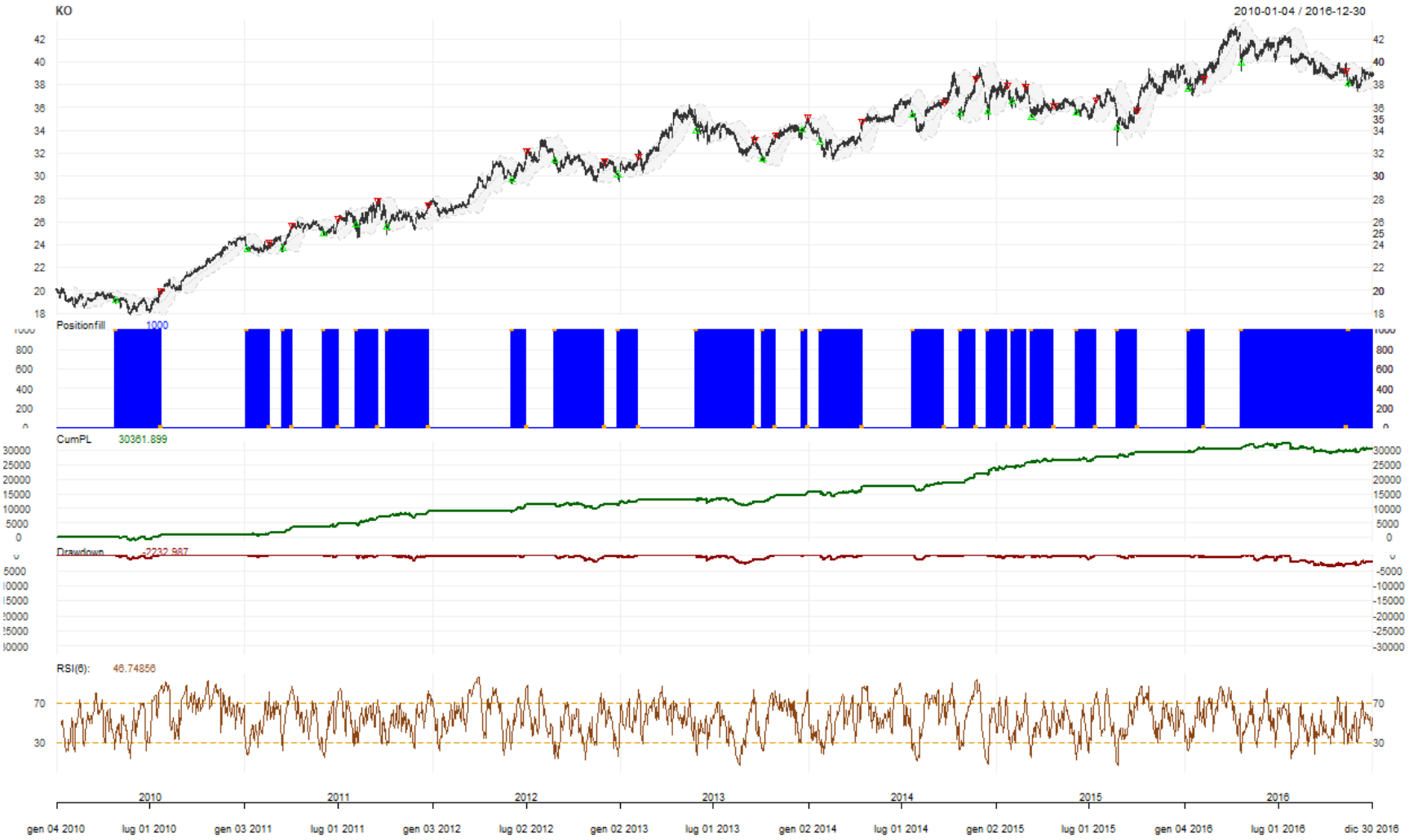

Figure 64. grafico riepilogativo della strategia ottimizzata nel periodo in-sample (Coca-Cola Company)

	Start	End	Init.Qty	Init.Pos	Max.Pos	End.Pos	Closing.Txn.Qty	Num.Txns	Max.Notional.Cost	Net.Trading.PL
1	28/04/2010 02:00	26/07/2010 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	19092.76	900.780
2	06/01/2011 01:00	18/02/2011 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	23611.92	569.413
3	17/03/2011 01:00	04/04/2011 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	23671.77	2.044.865
4	03/06/2011 02:00	01/07/2011 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	24907.05	1.350.479
5	05/08/2011 02:00	16/09/2011 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	25748.50	2.097.176
6	04/10/2011 02:00	22/12/2011 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	25500.12	1.943.911
7	04/06/2012 02:00	02/07/2012 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	29640.09	2.561.979
8	24/08/2012 02:00	30/11/2012 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	31394.16	-24.729
9	27/12/2012 01:00	06/02/2013 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	30128.56	1.563.503
10	30/05/2013 02:00	19/09/2013 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	33971.25	-750.263
11	04/10/2013 02:00	29/10/2013 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	31437.82	2.197.258
12	18/12/2013 01:00	31/12/2013 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	34057.92	1.097.824
13	27/01/2014 01:00	16/04/2014 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	32960.11	1.856.590
14	23/07/2014 02:00	23/09/2014 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	35268.68	1.197.082
15	22/10/2014 02:00	20/11/2014 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	35360.21	3.159.969
16	15/12/2014 01:00	23/01/2015 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	35560.80	2.401.696
17	02/02/2015 01:00	02/03/2015 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	36454.86	1.411.216
18	11/03/2015 01:00	23/04/2015 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	35148.83	1.042.893
19	08/06/2015 02:00	15/07/2015 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	35493.52	1.157.177
20	24/08/2015 02:00	01/10/2015 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	34200.19	1.572.609
21	08/01/2016 01:00	10/02/2016 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	37595.90	941.937
22	21/04/2016 02:00	09/11/2016 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	39851.56	-655.224
23	11/11/2016 01:00	30/12/2016 01:00	1000	1000	1000	1000	-1000	1	38046.49	723.758

Tabella 65. tabella riepilogativa degli scambi della strategia ottimizzata nel periodo in-sample (Coca-Cola Company)

	Start	End	MAE	MFE	Pct.Net.Trading.PL	Pct.MAE	Pct.MFE	tick.Net.Trading.PL	tick.MAE	tick.MFE	duration
1	28/04/2010 02:00	26/07/2010 02:00	-1.173.624	900.780	0.0471791500	-0.061469596	0.04717915	900.780	-117362.4	90078.0	7689600
2	06/01/2011 01:00	18/02/2011 01:00	-307.178	569.413	0.0241154922	-0.013009448	0.02411549	569.413	-30717.8	56941.3	3715200
3	17/03/2011 01:00	04/04/2011 02:00	0.000	2.044.865	0.0863841191	0.000000000	0.08638412	2.044.865	0.0	204486.5	1555200
4	03/06/2011 02:00	01/07/2011 02:00	-125.429	1.350.479	0.0542207593	-0.005035884	0.05422076	1.350.479	-12542.9	135047.9	2419200
5	05/08/2011 02:00	16/09/2011 02:00	-1.083.622	2.097.176	0.0814484759	-0.042084861	0.08144848	2.097.176	-108362.2	209717.6	3628800
6	04/10/2011 02:00	22/12/2011 01:00	-191.555	2.094.645	0.0762314571	-0.007511927	0.08214257	1.943.911	-19155.5	209464.5	6825600
7	04/06/2012 02:00	02/07/2012 02:00	-161.003	2.561.979	0.0864362789	-0.005431934	0.08643628	2.561.979	-16100.3	256197.9	2419200
8	24/08/2012 02:00	30/11/2012 01:00	-1.807.777	353.071	-0.0007876942	-0.057583220	0.01124639	-24.729	-180777.7	35307.1	8467200
9	27/12/2012 01:00	06/02/2013 01:00	-372.265	1.563.503	0.0518943837	-0.012355885	0.05189438	1.563.503	-37226.5	156350.3	3542400
10	30/05/2013 02:00	19/09/2013 02:00	-2.173.124	541.607	-0.0220852325	-0.063969500	0.01594310	-750.263	-217312.4	54160.7	9676800
11	04/10/2013 02:00	29/10/2013 01:00	-126.768	2.197.258	0.0698921939	-0.004032341	0.06989219	2.197.258	-12676.8	219725.8	2160000
12	18/12/2013 01:00	31/12/2013 01:00	-136.158	1.097.824	0.0322340277	-0.003997836	0.03223403	1.097.824	-13615.8	109782.4	1123200
13	27/01/2014 01:00	16/04/2014 02:00	-1.387.167	1.856.590	0.0563283989	-0.042086242	0.05632840	1.856.590	-138716.7	185659.0	6825600
14	23/07/2014 02:00	23/09/2014 02:00	-1.408.688	1.484.352	0.0339417853	-0.039941613	0.04208697	1.197.082	-140868.8	148435.2	5356800
15	22/10/2014 02:00	20/11/2014 01:00	-52.227	3.159.969	0.0893651160	-0.001476999	0.08936512	3.159.969	-5222.7	315996.9	2505600
16	15/12/2014 01:00	23/01/2015 01:00	-157.772	2.813.660	0.0675377344	-0.004436683	0.07912251	2.401.696	-15777.2	281366.0	3369600
17	02/02/2015 01:00	02/03/2015 01:00	-315.552	1.498.867	0.0387113258	-0.008655965	0.04111570	1.411.216	-31555.2	149886.7	2419200
18	11/03/2015 01:00	23/04/2015 02:00	0.000	1.361.062	0.0296707742	0.000000000	0.03872283	1.042.893	0.0	136106.2	3715200
19	08/06/2015 02:00	15/07/2015 02:00	-535.904	1.192.821	0.0326024836	-0.015098642	0.03360672	1.157.177	-53590.4	119282.1	3196800
20	24/08/2015 02:00	01/10/2015 02:00	-347.526	1.860.234	0.0459824571	-0.010161521	0.05439250	1.572.609	-34752.6	186023.4	3283200
21	08/01/2016 01:00	10/02/2016 01:00	-117.733	1.621.224	0.0250542446	-0.003131538	0.04312236	941.937	-11773.3	162122.4	2851200
22	21/04/2016 02:00	09/11/2016 01:00	-1.332.142	2.301.521	-0.0164416169	-0.033427604	0.05775235	-655.224	-133214.2	230152.1	17452800
23	11/11/2016 01:00	30/12/2016 01:00	-482.556	1.228.725	0.0190229900	-0.012683325	0.03229536	723.758	-48255.6	122872.5	4233600

Tabella 66. tabella riepilogativa degli scambi della strategia ottimizzata nel periodo in-sample (Coca-Cola Company)

	Portfolio	Symbol	Num.Txns	Num.Trades	Net.Trading.PL	Avg.Trade.PL	Med.Trade.PL	Largest.Winner
KO	prov	KO	45	22	30361.9	1.347.188	1.380.847	3.159.969

	Largest.Loser	Gross.Profits	Gross.Losses	Std.Dev.Trade.PL	Std.Err.Trade.PL	Percent.Positive	Percent.Negative	Profit.Factor
KO	-750.263	31068.36	-1.430.216	9.718.903	2.072.077	8.636.364	1.363.636	2.172.284

	Avg.Win.Trade	Med.Win.Trade	Avg.Losing.Trade	Med.Losing.Trade	Avg.Daily.PL	Med.Daily.PL	Std.Dev.Daily.PL	Std.Err.Daily.PL
KO	1.635.177	1.563.503	-4.767.387	-655.224	1.347.188	1.380.847	9.718.903	2.072.077

	Ann.Sharpe	Max.Drawdown	Profit.To.Max.Draw	Avg.WinLoss.Ratio	Med.WinLoss.Ratio	Max.Equity	Min.Equity	End.Equity
KO	2.200.449	-3.633.663	8.355.728	3.429.923	2.386.211	32594.89	-1.173.624	30361.9

Tabella 67. tabella riepilogativa dei risultati della strategia ottimizzata nel periodo in-sample (Coca-Cola Company)

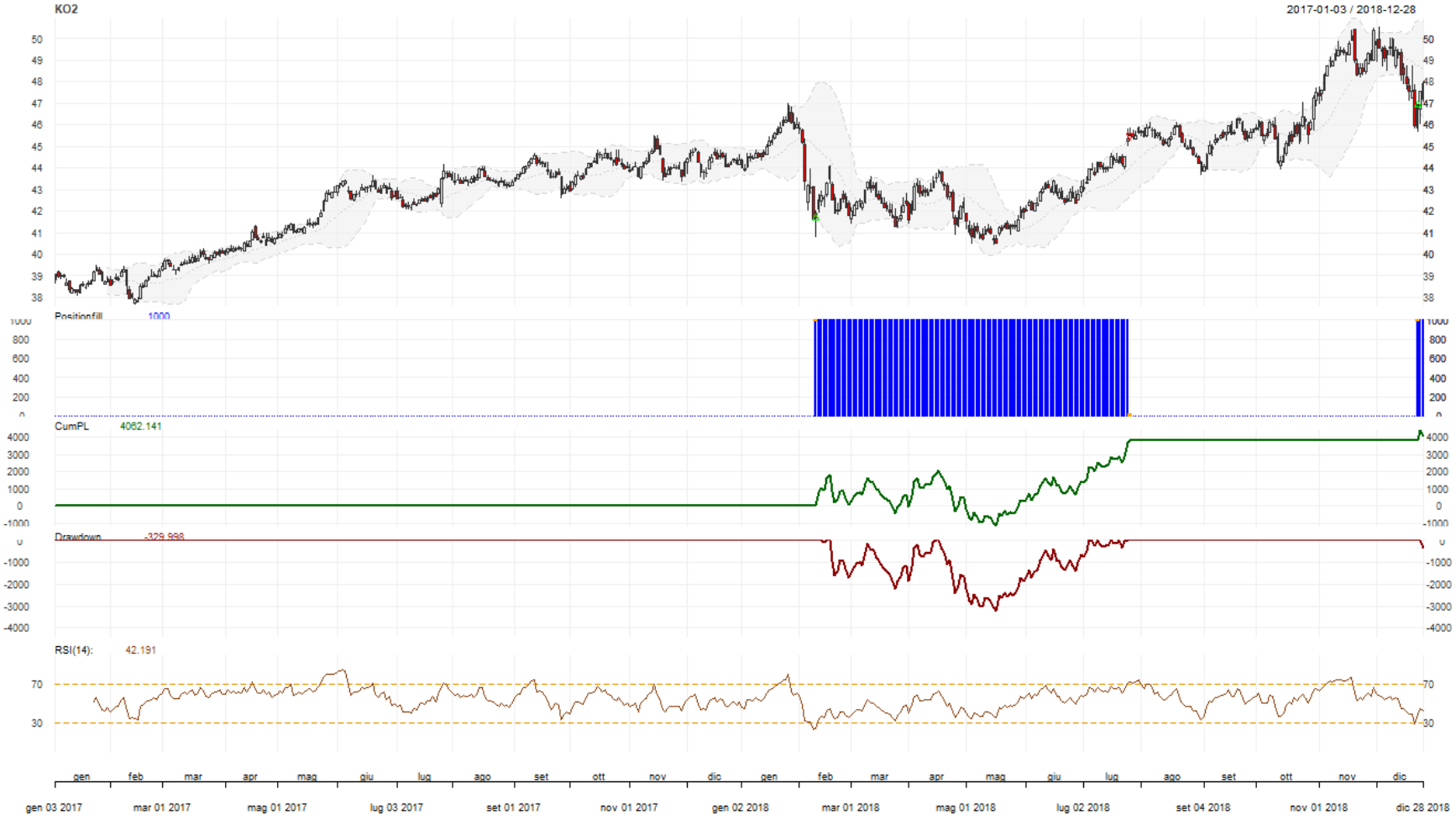

Figure 68. grafico riepilogativo della strategia standard nel periodo out-of-sample (Coca-Cola Company)

	Start	End	Init.Qty	Init.Pos	Max.Pos	End.Pos	Closing.Txn.Qty	Num.Txns	Max.Notional.Cost	Net.Trading.PL
1	09/02/2018 01:00	26/07/2018 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	41688.14	3.802.139
2	26/12/2018 01:00	28/12/2018 01:00	1000	1000	1000	1000	-1000	1	46940.00	260.002

	Start	End	MAE	MFE	Pct.Net.Trading.PL	Pct.MAE	Pct.MFE	tick.Net.Trading.PL	tick.MAE	tick.MFE	duration
1	09/02/2018 01:00	26/07/2018 02:00	-1.172.657	3.802.139	0.091204322	-0.02812927	0.09120432	3.802.139	-117265.7	380213.9	14428800
2	26/12/2018 01:00	28/12/2018 01:00	0.000	590.000	0.005539029	0.00000000	0.01256924	260.002	0.0	59000.0	17280

Tabella 69. tabella riepilogativa degli scambi della strategia standard nel periodo out-of-sample (Coca-Cola Company)

	Portfolio	Symbol	Num.Txns	Num.Trades	Net.Trading.PL	Avg.Trade.PL	Med.Trade.PL	Largest.Winner
KO	provofs	KO2	3	1	4.062.141	3.802.139	3.802.139	3.802.139

	Largest.Loser	Gross.Profits	Gross.Losses	Std.Dev.Trade.PL	Std.Err.Trade.PL	Percent.Positive	Percent.Negative	Profit.Factor
KO	0	3.802.139	0	NA	NA	100	0	NA

	Avg.Win.Trade	Med.Win.Trade	Avg.Losing.Trade	Med.Losing.Trade	Avg.Daily.PL	Med.Daily.PL	Std.Dev.Daily.PL	Std.Err.Daily.PL
KO	3.802.139	3.802.139	NaN	NA	3.802.139	3.802.139	NA	NA

	Ann.Sharpe	Max.Drawdown	Profit.To.Max.Draw	Avg.WinLoss.Ratio	Med.WinLoss.Ratio	Max.Equity	Min.Equity	End.Equity
KO	NA	-3.247.093	1.251.009	NA	NA	4.392.139	-1.172.657	4.062.141

Tabella 70. tabella riepilogativa dei risultati della strategia standard nel periodo out-of-sample (Coca-Cola Company)

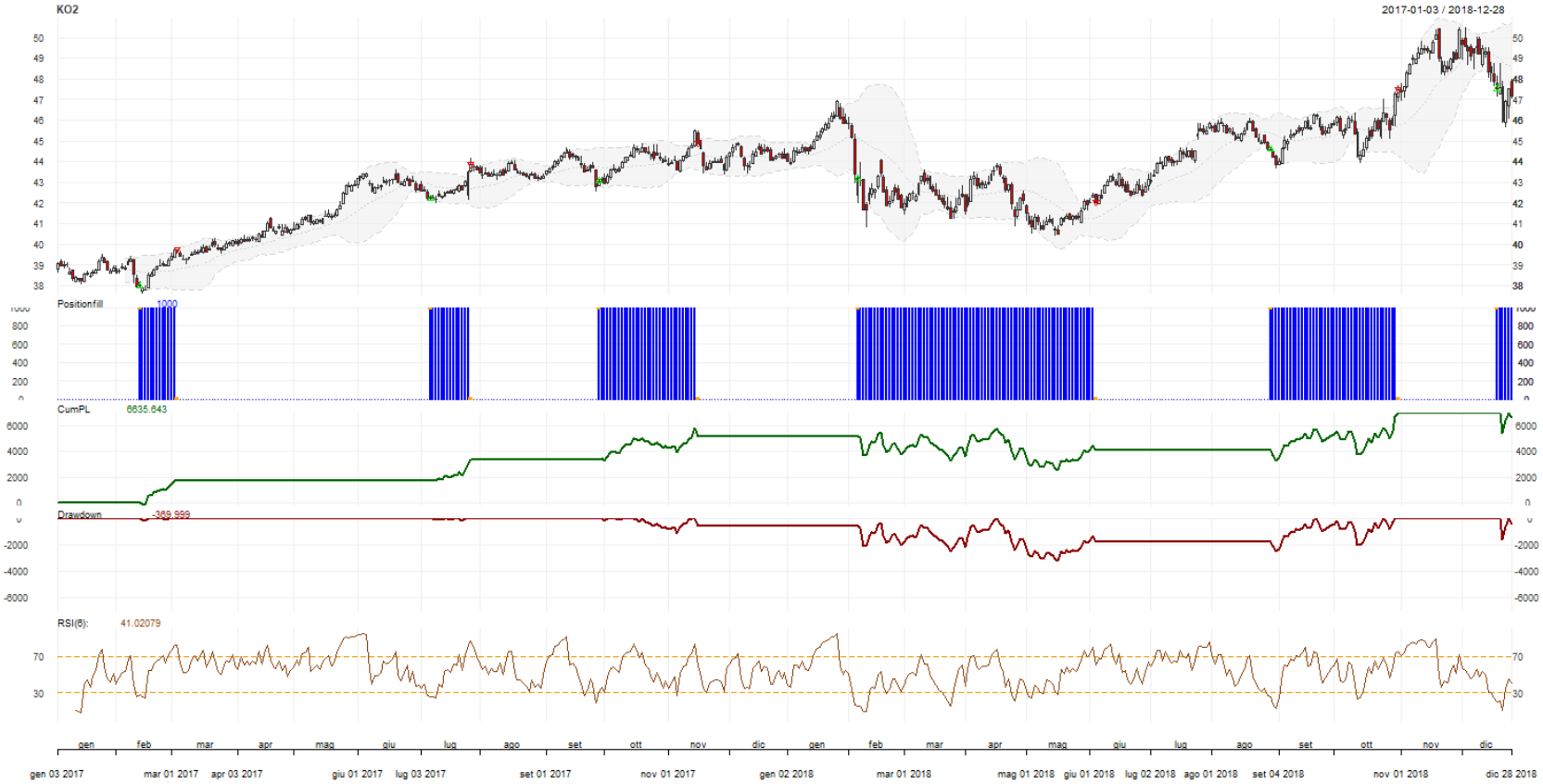

Figure 71. grafico riepilogativo della strategia ottimizzata nel periodo out-of -sample (Coca-Cola Company)

	Start	End	Init.Qty	Init.Pos	Max.Pos	End.Pos	Closing.Txn.Qty	Num.Txns	Max.Notional.Cost	Net.Trading.PL
1	13/02/2017 01:00	03/03/2017 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	37984.74	1.739.327
2	07/07/2017 02:00	27/07/2017 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	42221.17	1.645.469
3	28/09/2017 02:00	15/11/2017 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	43055.65	1.821.544
4	06/02/2018 01:00	05/06/2018 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	43176.67	-1.140.014
5	29/08/2018 02:00	31/10/2018 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	44595.04	2.909.317
6	20/12/2018 01:00	28/12/2018 01:00	1000	1000	1000	1000	-1000	1	47540.00	-340.000

	Start	End	MAE	MFE	Pct.Net.Trading.PL	Pct.MAE	Pct.MFE	tick.Net.Trading.PL	tick.MAE	tick.MFE	duration
1	13/02/2017 01:00	03/03/2017 01:00	-168.327	1.739.327	0.045790145	-0.004431437	0.0457901455	1.739.327	-16832.7	173932.7	1555200
2	07/07/2017 02:00	27/07/2017 02:00	-57.072	1.645.469	0.038972606	-0.001351739	0.0389726064	1.645.469	-5707.2	164546.9	1728000
3	28/09/2017 02:00	15/11/2017 01:00	-105.462	2.415.947	0.042306733	-0.002449434	0.0561121904	1.821.544	-10546.2	241594.7	4147200
4	06/02/2018 01:00	05/06/2018 02:00	-2.661.178	585.915	-0.026403475	-0.061634634	0.0135701770	-1.140.014	-266117.8	58591.5	10281600
5	29/08/2018 02:00	31/10/2018 01:00	-747.676	2.909.317	0.065238580	-0.016765901	0.0652385796	2.909.317	-74767.6	290931.7	5443200
6	20/12/2018 01:00	28/12/2018 01:00	-1.580.002	29.999	-0.007151872	-0.033235212	0.0006310265	-340.000	-158000.2	2999.9	691200

Tabella 72. tabella riepilogativa degli scambi della strategia ottimizzata nel periodo out-of-sample (Coca-Cola Company)

	Portfolio	Symbol	Num.Txns	Num.Trades	Net.Trading.PL	Avg.Trade.PL	Med.Trade.PL	Largest.Winner
KO	provofs	KO2	11	5	6.635.643	1.395.129	1.739.327	2.909.317

	Largest.Loser	Gross.Profits	Gross.Losses	Std.Dev.Trade.PL	Std.Err.Trade.PL	Percent.Positive	Percent.Negative	Profit.Factor
KO	-1.140.014	8.115.657	-1.140.014	1.506.875	6.738.949	80	20	711.891

	Avg.Win.Trade	Med.Win.Trade	Avg.Losing.Trade	Med.Losing.Trade	Avg.Daily.PL	Med.Daily.PL	Std.Dev.Daily.PL	Std.Err.Daily.PL
KO	2.028.914	1.780.436	-1.140.014	-1.140.014	1.395.129	1.739.327	1.506.875	6.738.949

	Ann.Sharpe	Max.Drawdown	Profit.To.Max.Draw	Avg.WinLoss.Ratio	Med.WinLoss.Ratio	Max.Equity	Min.Equity	End.Equity
KO	1.469.729	-3.255.581	2.038.236	1.779.727	1.561.766	7.005.642	-168.327	6.636

Tabella 73. tabella riepilogativa dei risultati della strategia ottimizzata nel periodo out-of-sample (Coca-Cola Company)

7.2. AT&T Inc.

	n RSI	n SMA BB	k SD BB	Profitto	Generazione
1	15	96	2	24334.04	58
2	15	7	2	25112.41	4
3	8	120	1	23663.94	9
4	39	28	1	22300.72	10
5	14	7	2	25112.41	45
6	19	22	2	25777.11	89
7	15	7	2	25112.41	86
8	20	22	2	25777.11	56
9	8	121	1	23663.94	5
10	15	7	2	25112.41	53
11	15	96	2	24334.04	78
12	38	30	1	22300.72	8
13	8	121	1	23663.94	14
14	8	121	1	23663.94	5
15	8	120	1	23663.94	19
16	8	123	1	23663.94	12
17	8	122	1	23663.94	2
18	15	96	2	24334.04	29
19	18	14	2	24455.80	2
20	19	14	2	24455.80	9
media	15,65	64,7	1,55		29,65
moda	8	31	2		9
mediana	15	63	2		13

Tabella 74. Tabella riassuntiva degli output ottenuti dall'ottimizzazione (AT&T)

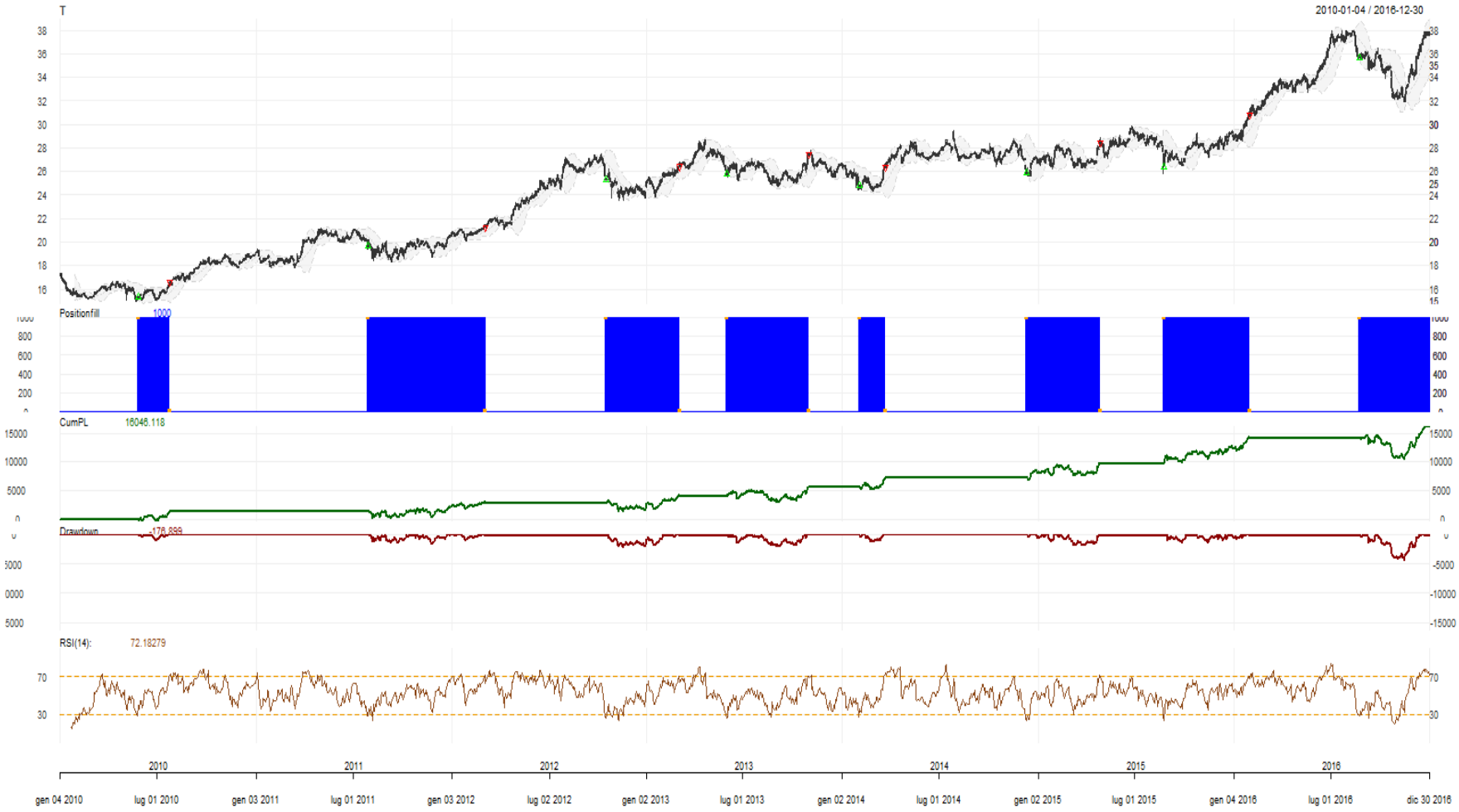

Figure 75. grafico riepilogativo della strategia standard nel periodo in-sample (AT&T)

	Start	End	Init.Qty	Init.Pos	Max.Pos	End.Pos	Closing.Tx n.Qty	Num.Txns	Max.Notio nal.Cost	Net.Tradi ng.PL
1	27/05/2010 02:00	27/07/2010 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	15349.85	1.232.611
2	29/07/2011 02:00	06/03/2012 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	19636.04	1.612.106
3	15/10/2012 02:00	06/03/2013 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	25287.62	1.111.325
4	31/05/2013 02:00	30/10/2013 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	25758.15	1.637.013
5	04/02/2014 01:00	24/03/2014 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	24843.61	1.538.845
6	10/12/2014 01:00	29/04/2015 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	25863.61	2.603.062
7	25/08/2015 02:00	02/02/2016 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	26389.32	4.390.582
8	23/08/2016 02:00	30/12/2016 01:00	1000	1000	1000	1000	-1000	1	35696.13	1.920.574

	Start	End	MAE	MFE	Pct.Net.Tr ading.PL	Pct.MAE	Pct.MFE	tick.Net.Tr ading.PL	tick.MAE	tick.MFE	duration
1	27/05/2010 02:00	27/07/2010 02:00	-286.681	1.232.611	0.08030117	-0.01867647	0.08030117	1.232.611	-28668.1	123261.1	5270400
2	29/07/2011 02:00	06/03/2012 01:00	-1.154.266	1.791.880	0.08209936	-0.05878305	0.09125467	1.612.106	-115426.6	179188.0	19094400
3	15/10/2012 02:00	06/03/2013 01:00	-1.486.658	1.336.842	0.04394739	-0.05878994	0.05286546	1.111.325	-148665.8	133684.2	12268800
4	31/05/2013 02:00	30/10/2013 01:00	-917.404	1.644.570	0.06355322	-0.03561607	0.06384660	1.637.013	-91740.4	164457.0	13132800
5	04/02/2014 01:00	24/03/2014 01:00	-451.706	1.538.845	0.06194128	-0.01818198	0.06194128	1.538.845	-45170.6	153884.5	4147200
6	10/12/2014 01:00	29/04/2015 02:00	-278.616	2.684.952	0.10064574	-0.01077251	0.10381196	2.603.062	-27861.6	268495.2	12096000
7	25/08/2015 02:00	02/02/2016 01:00	0.000	4.493.004	0.16637724	0.00000000	0.17025844	4.390.582	0.0	449300.4	13910400
8	23/08/2016 02:00	30/12/2016 01:00	-3.740.063	2.097.473	0.05380342	-0.10477502	0.05875911	1.920.574	-374006.3	209747.3	11145600

Tabella 76. tabella riepilogativa degli scambi della strategia standard nel periodo in-sample (AT&T)

	Portfolio	Symbol	Num.Txns	Num.Trades	Net.Trading.PL	Avg.Trade.PL	Med.Trade.PL	Largest.Winner
DIS	prov	T	15	7	16046.12	2.017.935	1.612.106	4.390.582

	Largest.Loser	Gross.Profits	Gross.Losses	Std.Dev.Trade.PL	Std.Err.Trade.PL	Percent.Positive	Percent.Negative	Profit.Factor
DIS	0	14125.54	0	1.151.074	4.350.651	100	0	NA

	Avg.Win.Trade	Med.Win.Trade	Avg.Losing.Trade	Med.Losing.Trade	Avg.Daily.PL	Med.Daily.PL	Std.Dev.Daily.PL	Std.Err.Daily.PL
DIS	2.017.935	1.612.106	NaN	NA	2.017.935	1.612.106	1.151.074	4.350.651

	Ann.Sharpe	Max.Drawdown	Profit.To.Max.Draw	Avg.WinLoss.Ratio	Med.WinLoss.Ratio	Max.Equity	Min.Equity	End.Equity
DIS	2.782.942	-4.273.106	3.755.142	NA	NA	16223.02	-286.681	16046.12

Tabella 77. tabella riepilogativa dei risultati della strategia standard nel periodo in-sample (AT&T)

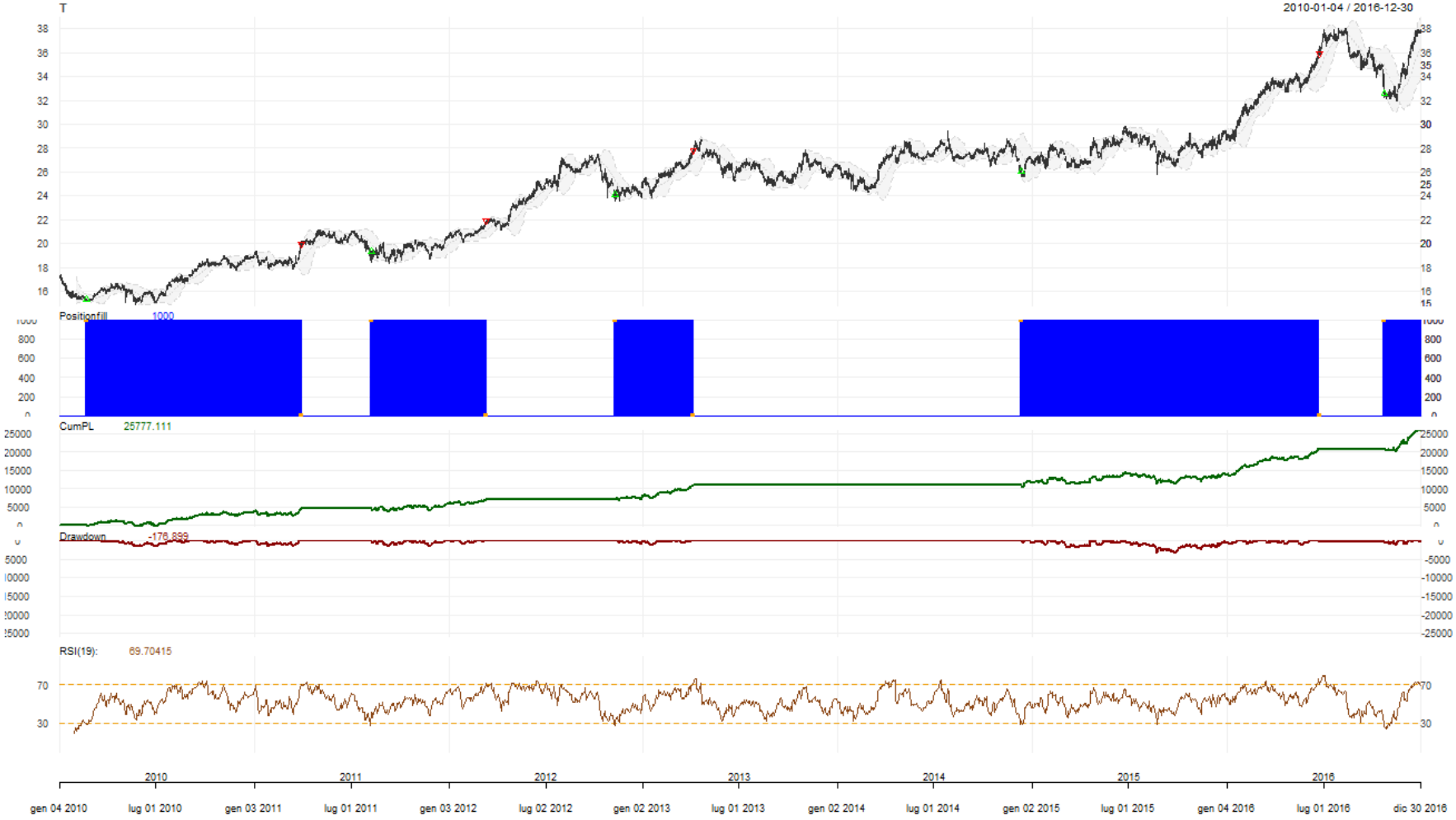

Figure 78. grafico riepilogativo della strategia ottimizzata nel periodo in-sample (AT&T)

	Start	End	Init.Qty	Init.Pos	Max.Pos	End.Pos	Closing.Txn.Qty	Num.Txns	Max.Notional.Cost	Net.Trading.PL
1	24/02/2010 01:00	31/03/2011 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	15276.53	4.702.407
2	09/08/2011 02:00	13/03/2012 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	19360.89	2.509.547
3	09/11/2012 01:00	09/04/2013 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	24088.24	3.709.053
4	11/12/2014 01:00	24/06/2016 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	26038.74	9.841.135
5	24/10/2016 02:00	30/12/2016 01:00	1000	1000	1000	1000	-1000	1	32601.74	5.014.969

	Start	End	MAE	MFE	Pct.Net.Trading.PL	Pct.MAE	Pct.MFE	tick.Net.Trading.PL	tick.MAE	tick.MFE	duration
1	24/02/2010 01:00	31/03/2011 02:00	-238.282	4.767.677	0.3078191	-0.01559792	0.3120917	4.702.407	-23828.2	476767.7	34560000
2	09/08/2011 02:00	13/03/2012 01:00	-879.121	2.509.547	0.1296194	-0.04540705	0.1296194	2.509.547	-87912.1	250954.7	18748800
3	09/11/2012 01:00	09/04/2013 02:00	-287.276	3.709.053	0.1539777	-0.01192598	0.1539777	3.709.053	-28727.6	370905.3	13046400
4	11/12/2014 01:00	24/06/2016 02:00	-453.751	10.152.227	0.3779420	-0.01742599	0.3898893	9.841.135	-45375.1	1015222.7	48470400
5	24/10/2016 02:00	30/12/2016 01:00	-645.668	5.191.868	0.1538252	-0.01980471	0.1592513	5.014.969	-64566.8	519186.8	5788800

Tabella 79. tabella riepilogativa degli scambi della strategia ottimizzata nel periodo in-sample (AT&T)

	Portfolio	Symbol	Num.Txns	Num.Trades	Net.Trading.PL	Avg.Trade.PL	Med.Trade.PL	Largest.Winner
T	prov	T	9	4	25777.11	5.190.535	4205.73	9.841.135

	Largest.Loser	Gross.Profits	Gross.Losses	Std.Dev.Trade.PL	Std.Err.Trade.PL	Percent.Positive	Percent.Negative	Profit.Factor
T	0	20762.14	0	3.227.426	1.613.713	100	0	NA

	Avg.Win.Trade	Med.Win.Trade	Avg.Losing.Trade	Med.Losing.Trade	Avg.Daily.PL	Med.Daily.PL	Std.Dev.Daily.PL	Std.Err.Daily.PL
T	5.190.535	4205.73	NaN	NA	5.190.535	4205.73	3.227.426	1.613.713

	Ann.Sharpe	Max.Drawdown	Profit.To.Max.Draw	Avg.WinLoss.Ratio	Med.WinLoss.Ratio	Max.Equity	Min.Equity	End.Equity
T	2.553.031	-3240.26	795.526	NA	NA	25954.01	-238.282	25777.11

Tabella 80. tabella riepilogativa dei risultati della strategia ottimizzata nel periodo in-sample (AT&T)

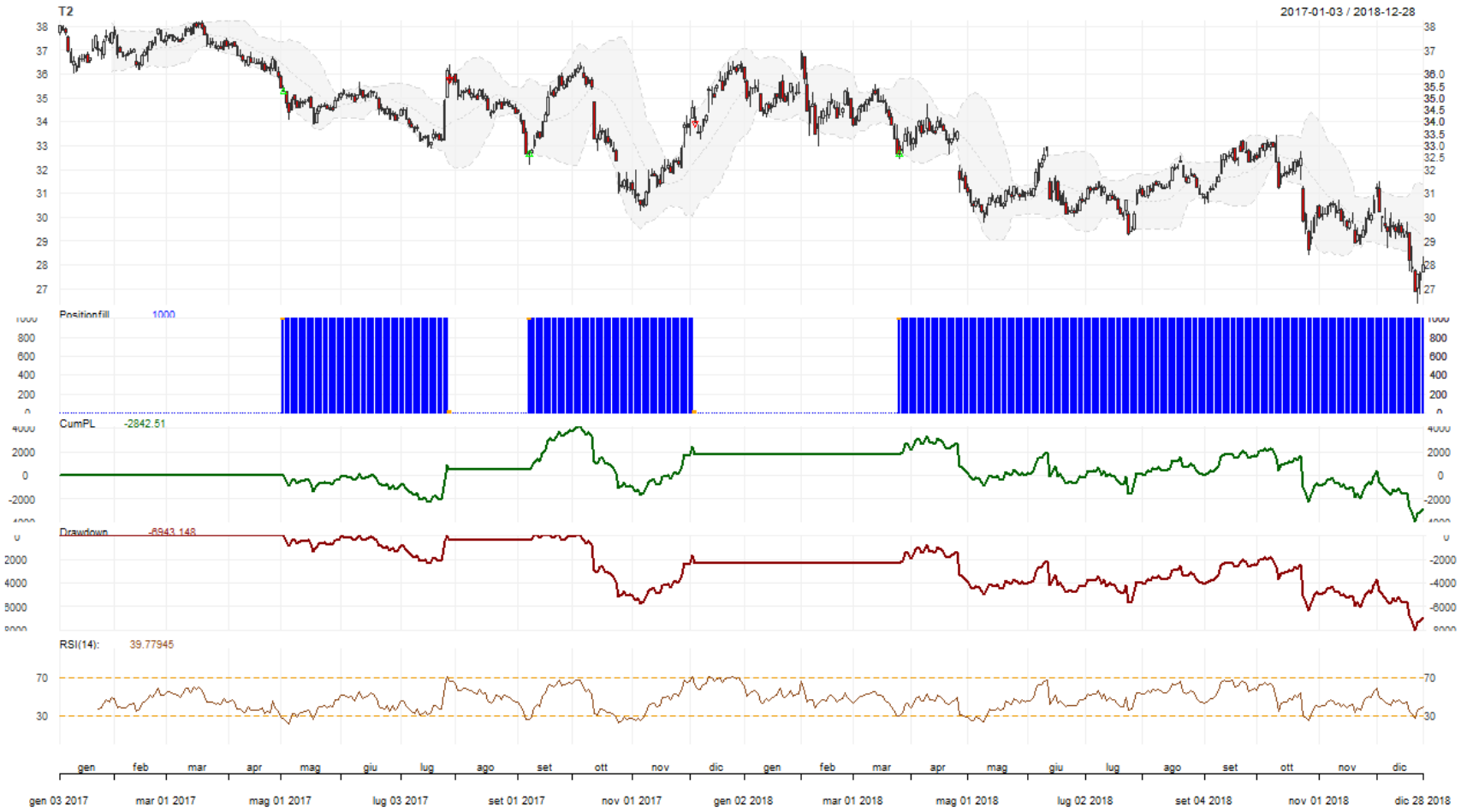

Figure 81. grafico riepilogativo della strategia standard nel periodo out-of-sample (AT&T)

	Start	End	Init.Qty	Init.Pos	Max.Pos	End.Pos	Closing.Txn.Qty	Num.Txns	Max.Notional.Cost	Net.Trading.PL
1	02/05/2017 02:00	28/07/2017 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	35266.99	505.088
2	08/09/2017 02:00	05/12/2017 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	32644.32	1.301.536
3	26/03/2018 02:00	28/12/2018 01:00	1000	1000	1000	1000	-1000	1	32645.11	-4.649.134

	Start	End	MAE	MFE	Pct.Net.Trading.PL	Pct.MAE	Pct.MFE	tick.Net.Trading.PL	tick.MAE	tick.MFE	duration
1	02/05/2017 02:00	28/07/2017 02:00	-2.255.783	881.157	0.01432183	-0.06396301	0.02498532	505.088	-225578.3	88115.7	7516800
2	08/09/2017 02:00	05/12/2017 01:00	-2.125.557	3.595.550	0.03987022	-0.06511262	0.11014321	1.301.536	-212555.7	359555.0	7603200
3	26/03/2018 02:00	28/12/2018 01:00	-5.731.197	1.533.615	-0.14241440	-0.17556065	0.04697840	-4.649.134	-573119.7	153361.5	23932800

Tabella 82. tabella riepilogativa degli scambi della strategia standard nel periodo out-of-sample (AT&T)

	Portfolio	Symbol	Num.Txns	Num.Trades	Net.Trading.PL	Avg.Trade.PL	Med.Trade.PL	Largest.Winner
T	provofs	T2	5	2	-2842.51	903.312	903.312	1.301.536

	Largest.Loser	Gross.Profits	Gross.Losses	Std.Dev.Trade.PL	Std.Err.Trade.PL	Percent.Positive	Percent.Negative	Profit.Factor
T	0	1.806.624	0	5.631.738	398.224	100	0	NA

	Avg.Win.Trade	Med.Win.Trade	Avg.Losing.Trade	Med.Losing.Trade	Avg.Daily.PL	Med.Daily.PL	Std.Dev.Daily.PL	Std.Err.Daily.PL
T	903.312	903.312	NaN	NA	903.312	903.312	5.631.738	398.224

	Ann.Sharpe	Max.Drawdown	Profit.To.Max.Draw	Avg.WinLoss.Ratio	Med.WinLoss.Ratio	Max.Equity	Min.Equity	End.Equity
T	2.546.218	-8.025.211	-0.3541975	NA	NA	4.100.638	-3.924.573	-2842.51

Tabella 83. tabella riepilogativa dei risultati della strategia standard nel periodo out-of-sample (AT&T)

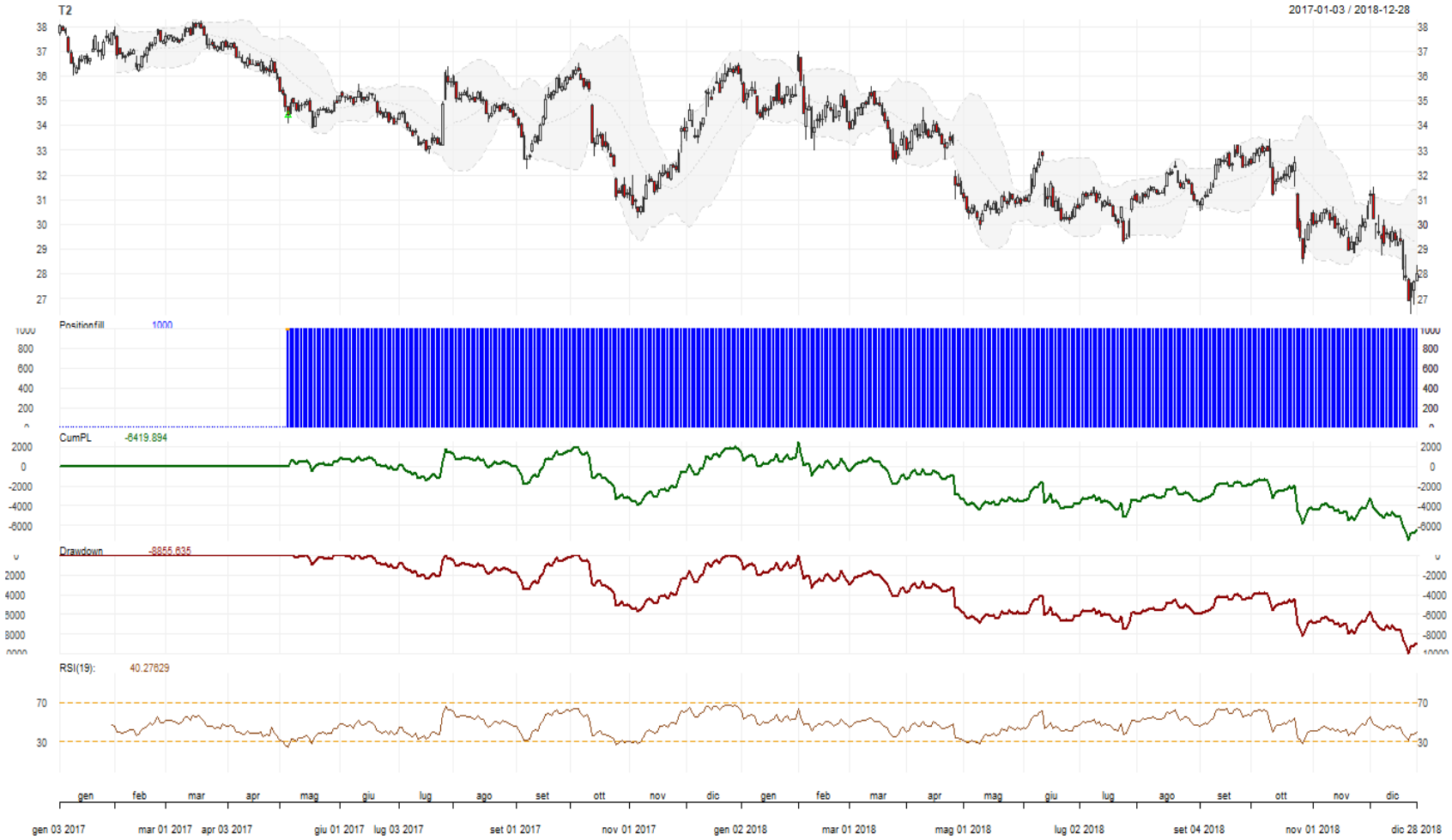

Figure 84. grafico riepilogativo della strategia ottimizzata nel periodo out-of -sample ((AT&T)

	Start	End	Init.Qty	Init.Pos	Max.Pos	End.Pos	Closing.Txn.Qty	Num.Txns	Max.Notional.Cost	Net.Trading.PL
1	04/05/2017 02:00	28/12/2018 01:00	1000	1000	1000	1000	-1000	1	34415.87	-6.419.894

	Start	End	MAE	MFE	Pct.Net.Trading.PL	Pct.MAE	Pct.MFE	tick.Net.Trading.PL	tick.MAE	tick.MFE	duration
1	04/05/2017 02:00	28/12/2018 01:00	-7.501.957	2.435.741	-0.1865388	-0.2179796	0.07077377	-6.419.894	-750195.7	243574.1	52099200

Poiché vi è una singola posizione ancora aperta non sono state generate statistiche generali.

Tabella 85. tabella riepilogativa degli scambi della strategia ottimizzata nel periodo out-of-sample (AT&T)

7.3. Bank of America.

	n RSI	n SMA BB	k SD BB	Profitto	Generazione
1	58	132	3	15303.68	89
2	58	20	2	15303.68	60
3	59	133	3	15303.68	33
4	19	119	3	15009.38	1
5	56	20	2	15303.68	8
6	57	20	2	15303.68	33
7	58	133	3	15303.68	48
8	57	133	3	15303.68	65
9	59	155	1	14801.01	1
10	59	20	2	15303.68	18
11	46	56	4	12399.29	1
12	57	183	1	14801.01	2
13	17	119	3	15009.38	2
14	18	119	3	15009.38	11
15	58	42	2	15303.68	24
16	58	138	3	15168.35	29
17	58	132	3	15303.68	13
18	57	132	3	15303.68	7
19	57	132	3	15303.68	43
20	59	84	1	14801.01	9
media	51,25	101,1	2,5		24,85
moda	58	132	3		1
mediana	57,5	125,5	3		15,5

Tabella 86. Tabella riassuntiva degli output ottenuti dall'ottimizzazione (Bank of America)

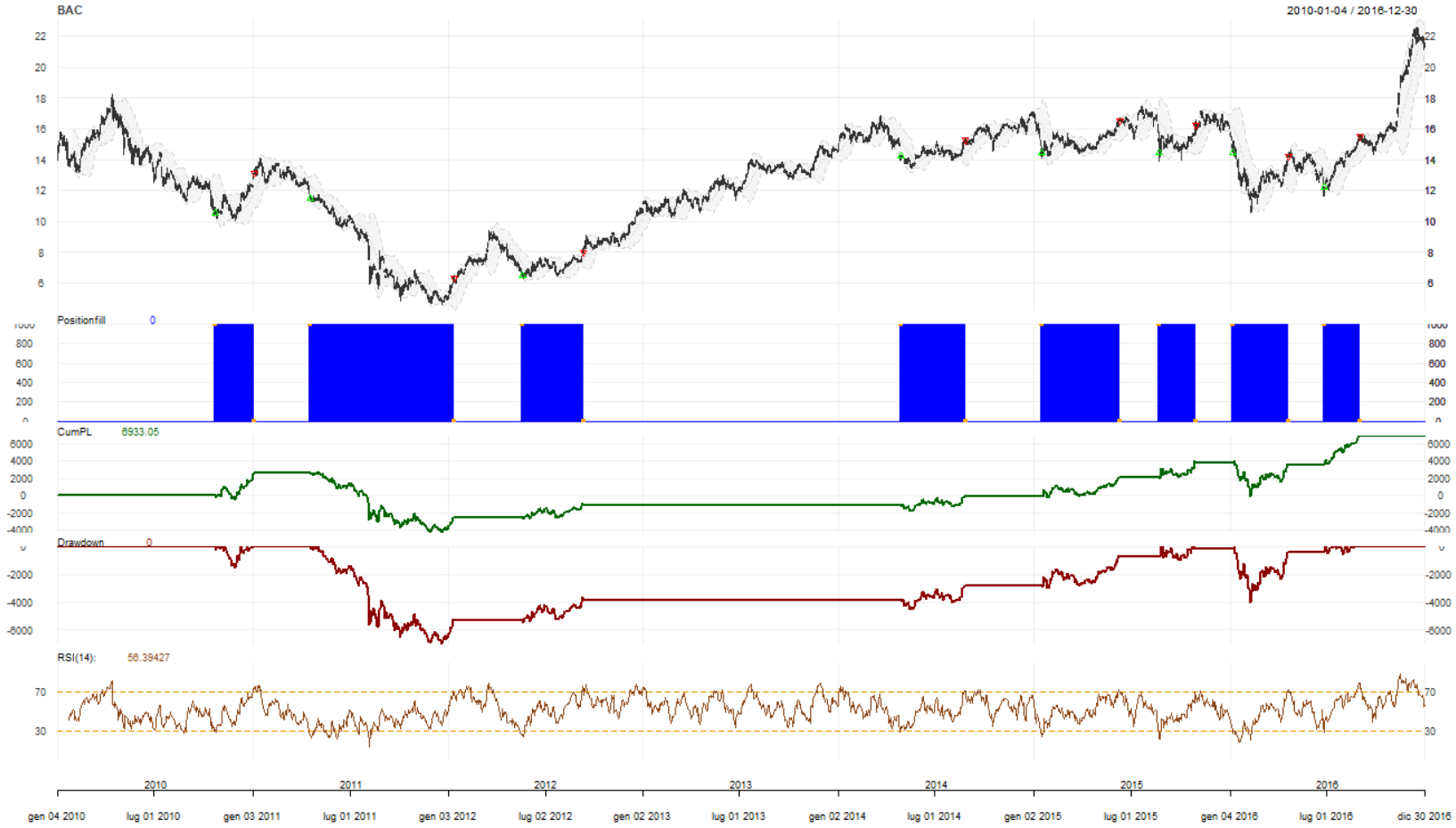

Figure 87. grafico riepilogativo della strategia standard nel periodo in-sample (Bank of America)

	Start	End	Init.Qty	Init.Pos	Max.Pos	End.Pos	Closing.Txn.Qty	Num.Txns	Max.Notional.Cost	Net.Trading.PL
1	22/10/2010 02:00	04/01/2011 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	10535.93	2.590.711
2	18/04/2011 02:00	12/01/2012 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	11457.17	-5.168.103
3	17/05/2012 02:00	10/09/2012 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	6473.02	1.504.468
4	29/04/2014 02:00	26/08/2014 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	14235.15	1.027.946
5	16/01/2015 01:00	11/06/2015 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	14461.64	2.084.911
6	24/08/2015 02:00	29/10/2015 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	14465.22	1.754.961
7	08/01/2016 01:00	21/04/2016 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	14466.99	-231.568
8	28/06/2016 02:00	31/08/2016 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	12174.70	3.369.724

	Start	End	MAE	MFE	Pct.Net.Trading.PL	Pct.MAE	Pct.MFE	tick.Net.Trading.PL	tick.MAE	tick.MFE	duration
1	22/10/2010 02:00	04/01/2011 01:00	-451.278	2.590.711	0.24589289	-0.042832277	0.245892889	2.590.711	-45127.8	259071.1	6393600
2	18/04/2011 02:00	12/01/2012 01:00	-6.835.307	166.045	-0.45108032	-0.596596559	0.014492674	-5.168.103	-683530.7	16604.5	23241600
3	17/05/2012 02:00	10/09/2012 02:00	-139.107	1.709.019	0.23242134	-0.021490278	0.264021894	1.504.468	-13910.7	170901.9	10022400
4	29/04/2014 02:00	26/08/2014 02:00	-681.867	1.027.946	0.07221183	-0.047900243	0.072211829	1.027.946	-68186.7	102794.6	10281600
5	16/01/2015 01:00	11/06/2015 02:00	-216.267	2.179.519	0.14416841	-0.014954532	0.150710404	2.084.911	-21626.7	217951.9	12614400
6	24/08/2015 02:00	29/10/2015 01:00	-28.378	1.935.291	0.12132280	-0.001961809	0.133789255	1.754.961	-2837.8	193529.1	5702400
7	08/01/2016 01:00	21/04/2016 02:00	-3.845.170	104.697	-0.01600665	-0.265789258	0.007236959	-231.568	-384517.0	10469.7	8985600
8	28/06/2016 02:00	31/08/2016 02:00	0.000	3.369.724	0.27678075	0.000000000	0.276780752	3.369.724	0.0	336972.4	5529600

Tabella 88. tabella riepilogativa degli scambi della strategia standard nel periodo in-sample (Bank of America)

	Portfolio	Symbol	Num.Txns	Num.Trades	Net.Trading.PL	Avg.Trade.PL	Med.Trade.PL	Largest.Winner
BAC	prov	BAC	16	8	6933.05	8.666.312	1.629.715	3.369.724

	Largest.Loser	Gross.Profits	Gross.Losses	Std.Dev.Trade.PL	Std.Err.Trade.PL	Percent.Positive	Percent.Negative	Profit.Factor
BAC	-5.168.103	12332.72	-5.399.671	2.661.046	940.822	75	25	2.283.976

	Avg.Win.Trade	Med.Win.Trade	Avg.Losing.Trade	Med.Losing.Trade	Avg.Daily.PL	Med.Daily.PL	Std.Dev.Daily.PL	Std.Err.Daily.PL
BAC	2.055.453	1.919.936	-2.699.836	-2.699.836	8.666.312	1.629.715	2.661.046	940.822

	Ann.Sharpe	Max.Drawdown	Profit.To.Max.Draw	Avg.WinLoss.Ratio	Med.WinLoss.Ratio	Max.Equity	Min.Equity	End.Equity
BAC	51.699	-7.001.352	0.9902445	0.7613255	0.7111307	6933.05	-4.244.596	6933.05

Tabella 89. tabella riepilogativa dei risultati della strategia standard nel periodo in-sample (Bank of America)

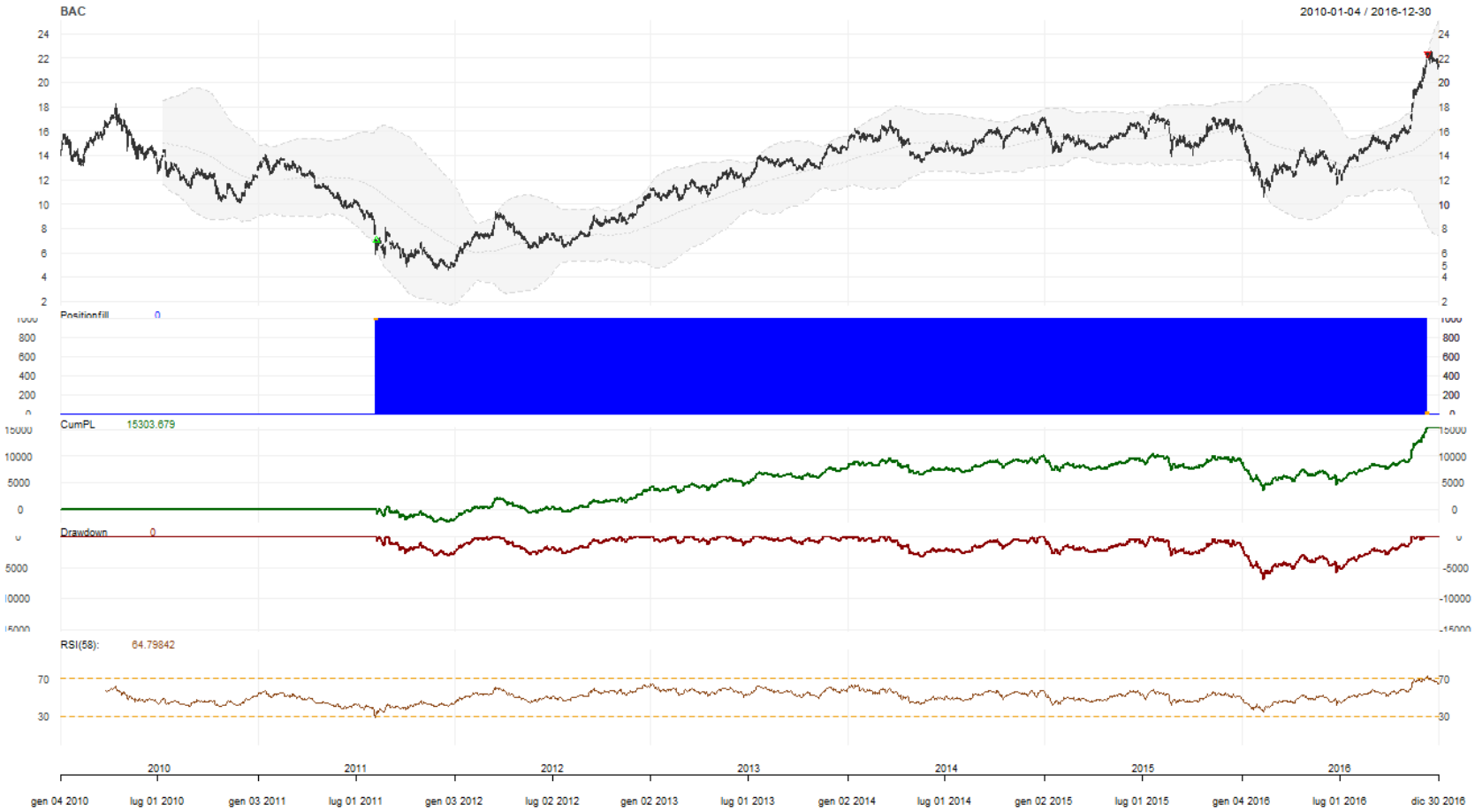

Figure 90. grafico riepilogativo della strategia ottimizzata nel periodo in-sample (Bank of America)

	Start	End	Init.Qty	Init.Pos	Max.Pos	End.Pos	Closing.Txn.Qty	Num.Txns	Max.Notional.Cost	Net.Trading.PL
1	09/08/2011 02:00	09/12/2016 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	7.016.798	15303.68

	Start	End	MAE	MFE	Pct.Net.Trading.PL	Pct.MAE	Pct.MFE	tick.Net.Trading.PL	tick.MAE	tick.MFE	duration
1	09/08/2011 02:00	09/12/2016 01:00	-2.394.937	15303.68	2.181.006	-0.3413148	2.181.006	1.530.368	-239493.7	1530368	168393600

Tabella 91. tabella riepilogativa degli scambi della strategia ottimizzata nel periodo in-sample (Bank of America)

	Portfolio	Symbol	Num.Txns	Num.Trades	Net.Trading.PL	Avg.Trade.PL	Med.Trade.PL	Largest.Winner
BAC	prov	BAC	2	1	15303.68	15303.68	15303.68	15303.68

	Largest.Loser	Gross.Profits	Gross.Losses	Std.Dev.Trade.PL	Std.Err.Trade.PL	Percent.Positive	Percent.Negative	Profit.Factor
BAC	0	15303.68	0	NA	NA	100	0	NA

	Avg.Win.Trade	Med.Win.Trade	Avg.Losing.Trade	Med.Losing.Trade	Avg.Daily.PL	Med.Daily.PL	Std.Dev.Daily.PL	Std.Err.Daily.PL
BAC	15303.68	15303.68	NaN	NA	15303.68	15303.68	NA	NA

	Ann.Sharpe	Max.Drawdown	Profit.To.Max.Draw	Avg.WinLoss.Ratio	Med.WinLoss.Ratio	Max.Equity	Min.Equity	End.Equity
BAC	NA	-6.832.949	2.239.689	NA	NA	15303.68	-2.394.937	15303.68

Tabella 92. tabella riepilogativa dei risultati della strategia ottimizzata nel periodo in-sample (Bank of America)

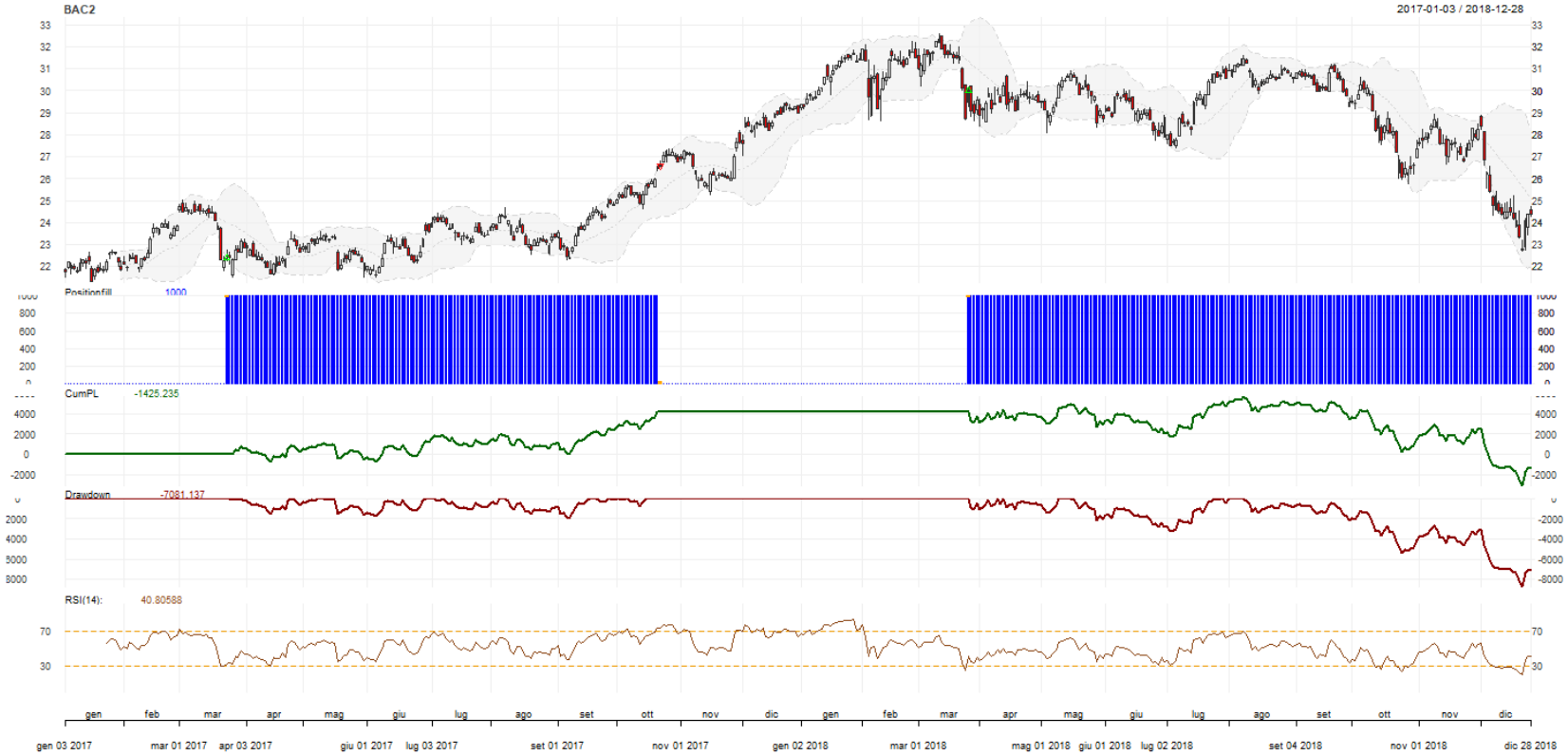

Figure 93. grafico riepilogativo della strategia standard nel periodo out-of-sample (Bank of America)

	Start	End	Init.Qty	Init.Pos	Max.Pos	End.Pos	Closing.Txn.Qty	Num.Txns	Max.Notional.Cost	Net.Trading.PL
1	23/03/2017 01:00	23/10/2017 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	22369.12	4.187.383
2	26/03/2018 02:00	28/12/2018 01:00	1000	1000	1000	1000	-1000	1	30002.62	-5.612.618

	Start	End	MAE	MFE	Pct.Net.Trading.PL	Pct.MAE	Pct.MFE	tick.Net.Trading.PL	tick.MAE	tick.MFE	duration
1	23/03/2017 01:00	23/10/2017 02:00	-743.687	4.197.162	0.1871948	-0.03324614	0.18763195	4.187.383	-74368.7	419716.2	18489600
2	26/03/2018 02:00	28/12/2018 01:00	-7.272.617	1.468.519	-0.1870709	-0.24239942	0.04894636	-5.612.618	-727261.7	146851.9	23932800

Tabella 94. tabella riepilogativa degli scambi della strategia standard nel periodo out-of-sample (Bank of America)

	Portfolio	Symbol	Num.Txns	Num.Trades	Net.Trading.PL	Avg.Trade.PL	Med.Trade.PL	Largest.Winner
BAC	provofs	BAC2	3	1	-1.425.235	4.187.383	4.187.383	4.187.383

	Largest.Loser	Gross.Profits	Gross.Losses	Std.Dev.Trade.PL	Std.Err.Trade.PL	Percent.Positive	Percent.Negative	Profit.Factor
BAC	0	4.187.383	0	#N/A	#N/A	100	0	#N/A

	Avg.Win.Trade	Med.Win.Trade	Avg.Losing.Trade	Med.Losing.Trade	Avg.Daily.PL	Med.Daily.PL	Std.Dev.Daily.PL	Std.Err.Daily.PL
BAC	4.187.383	4.187.383	NaN	#N/A	4.187.383	4.187.383	#N/A	#N/A

	Ann.Sharpe	Max.Drawdown	Profit.To.Max.Draw	Avg.WinLoss.Ratio	Med.WinLoss.Ratio	Max.Equity	Min.Equity	End.Equity
BAC	#N/A	-8.741.136	-0.1630492	#N/A	#N/A	5.655.902	-3.085.234	-1.425.235

Tabella 95. tabella riepilogativa dei risultati della strategia standard nel periodo out-of-sample (Bank of America)

7.4. Ford Motor Company.

	n RSI	n SMA BB	k SD BB	Profitto	Generazione
1	11	105	1	8.185.567	40
2	11	105	1	8.185.567	37
3	8	32	3	8.102.756	26
4	11	84	2	8.626.601	30
5	11	105	1	8.185.567	8
6	11	107	1	8.185.567	11
7	11	4	1	8.087.948	11
8	11	107	1	8.185.567	44
9	33	115	3	4.078.562	17
10	5	3	1	8.074.848	8
11	11	107	1	8.185.567	30
12	11	107	1	8.185.567	56
13	5	32	3	8.102.756	31
14	5	3	1	8.074.848	18
15	11	104	1	8.185.567	24
16	5	32	3	8.102.756	20
17	11	4	1	8.087.948	10
18	11	106	1	8.185.567	14
19	16	30	3	6.747.990	100
20	9	32	3	8.102.756	1
media	10,9	66,2	1,65		26,8
moda	11	32	1		30
mediana	11	94	1		22

Tabella 96. Tabella riassuntiva degli output ottenuti dall'ottimizzazione (Ford)

Figure 97. grafico riepilogativo della strategia standard nel periodo in-sample (Ford)

	Start	End	Init.Qty	Init.Pos	Max.Pos	End.Pos	Closing.Txn.Qty	Num.Txns	Max.Notional.Cost	Net.Trading.PL
1	30/06/2010 02:00	08/10/2010 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	7.684.103	2.729.077
2	03/02/2011 01:00	07/09/2012 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	12.014.032	-4.177.856
3	26/02/2013 01:00	20/05/2013 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	9.653.144	2.206.441
4	19/12/2013 01:00	02/04/2014 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	12.196.853	1.029.902
5	30/09/2014 02:00	29/04/2016 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	12.063.498	-177.862
6	03/08/2016 02:00	08/12/2016 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	10.748.794	941.369

	Start	End	MAE	MFE	Pct.Net.Trading.PL	Pct.MAE	Pct.MFE	tick.Net.Trading.PL	tick.MAE	tick.MFE	duration
1	30/06/2010 02:00	08/10/2010 02:00	0.000	2.729.077	0.35515883	0.00000000	0.35515883	2.729.077	0.0	272907.7	8640000
2	03/02/2011 01:00	07/09/2012 02:00	-5.127.226	472.634	-0.34774803	-0.42676980	0.03934016	-4.177.856	-512722.6	47263.4	50284800
3	26/02/2013 01:00	20/05/2013 02:00	0.000	2.230.079	0.22857227	0.00000000	0.23102100	2.206.441	0.0	223007.9	7171200
4	19/12/2013 01:00	02/04/2014 02:00	-504.915	1.139.967	0.08443998	-0.04139715	0.09346403	1.029.902	-50491.5	113996.7	8985600
5	30/09/2014 02:00	29/04/2016 02:00	-2.379.554	1.711.375	-0.01474382	-0.19725241	0.14186391	-177.862	-237955.4	171137.5	49852800
6	03/08/2016 02:00	08/12/2016 01:00	-574.853	968.283	0.08757903	-0.05348070	0.09008294	941.369	-57485.3	96828.3	10972800

Tabella 98. tabella riepilogativa degli scambi della strategia standard nel periodo in-sample (Ford)

	Portfolio	Symbol	Num.Txns	Num.Trades	Net.Trading.PL	Avg.Trade.PL	Med.Trade.PL	Largest.Winner
F	prov	F	12	6	2.551.071	4.251.785	9.856.355	2.729.077

	Largest.Loser	Gross.Profits	Gross.Losses	Std.Dev.Trade.PL	Std.Err.Trade.PL	Percent.Positive	Percent.Negative	Profit.Factor
F	-4.177.856	6.906.789	-4.355.718	2.476.472	1.011.016	6.666.667	3.333.333	1.585.683

	Avg.Win.Trade	Med.Win.Trade	Avg.Losing.Trade	Med.Losing.Trade	Avg.Daily.PL	Med.Daily.PL	Std.Dev.Daily.PL	Std.Err.Daily.PL
F	1.726.697	1.618.171	-2.177.859	-2.177.859	4.251.785	9.856.355	2.476.472	1.011.016

	Ann.Sharpe	Max.Drawdown	Profit.To.Max.Draw	Avg.WinLoss.Ratio	Med.WinLoss.Ratio	Max.Equity	Min.Equity	End.Equity
F	2.725.449	-5599.86	0.4555598	0.7928416	0.7430102	3.498.939	-2.398.149	2.551.071

Tabella 99. tabella riepilogativa dei risultati della strategia standard nel periodo in-sample (Ford

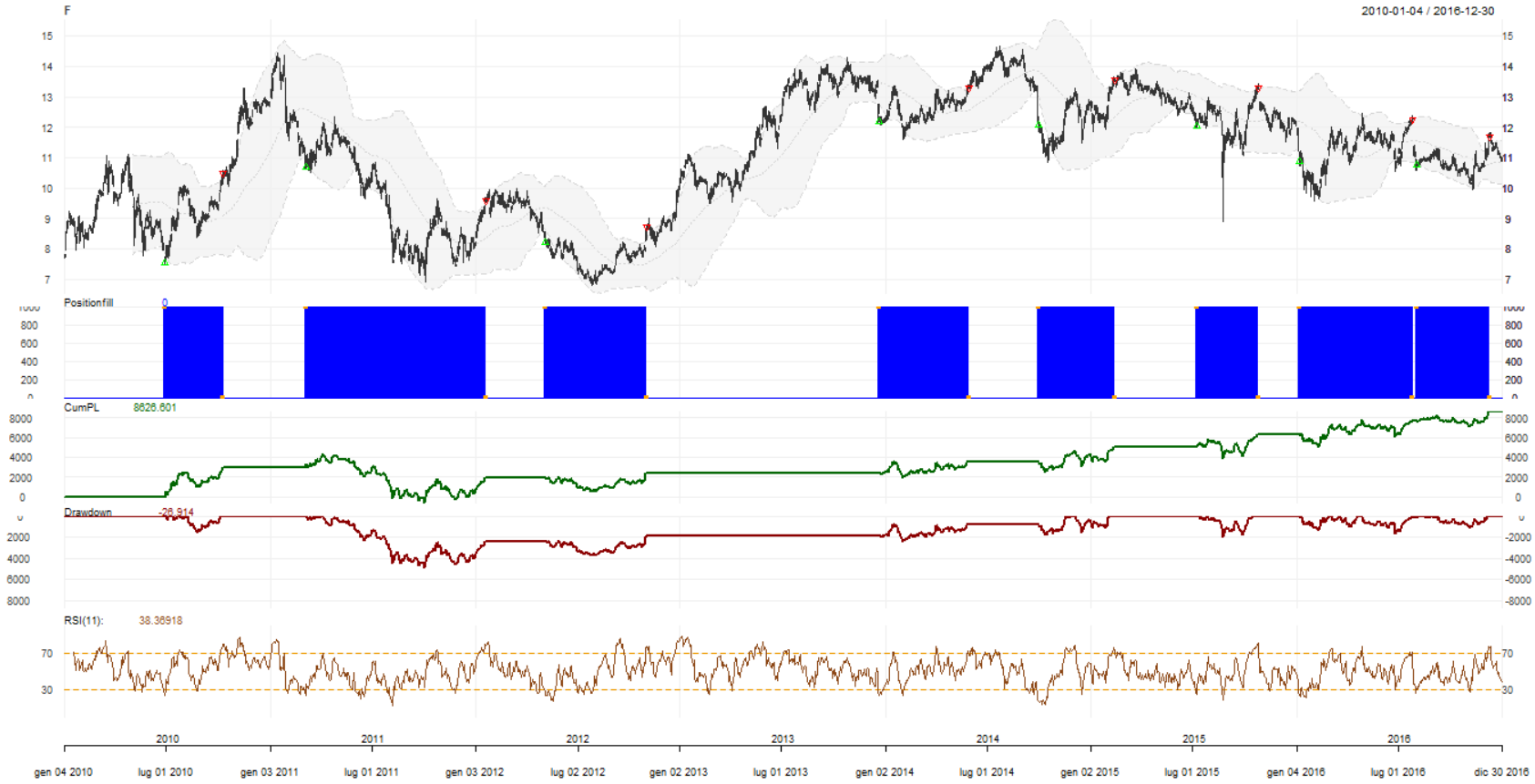

Figure 100. grafico riepilogativo della strategia ottimizzata nel periodo in-sample (Ford)

	Start	End	Init.Qty	Init.Pos	Max.Pos	End.Pos	Closing.Txn.Qty	Num.Txns	Max.Notional.Cost	Net.Trading.PL
1	29/06/2010 02:00	11/10/2010 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	7531.64	2.973.015
2	07/03/2011 01:00	20/01/2012 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	10679.99	-1.082.481
3	04/05/2012 02:00	01/11/2012 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	8201.14	535.006
4	19/12/2013 01:00	30/05/2014 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	12196.85	1.117.071
5	30/09/2014 02:00	13/02/2015 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	12063.50	1.486.918
6	09/07/2015 02:00	26/10/2015 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	12025.04	1.267.303
7	07/01/2016 01:00	27/07/2016 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	10875.68	1.388.400
8	03/08/2016 02:00	08/12/2016 01:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	10748.79	941.369

	Start	End	MAE	MFE	Pct.Net.Trading.PL	Pct.MAE	Pct.MFE	tick.Net.Trading.PL	tick.MAE	tick.MFE	duration
1	29/06/2010 02:00	11/10/2010 02:00	0.000	2.973.015	0.39473674	0.00000000	0.39473674	2.973.015	0.0	297301.5	8985600
2	07/03/2011 01:00	20/01/2012 01:00	-3.537.127	1.356.918	-0.10135602	-0.33119207	0.12705240	-1.082.481	-353712.7	135691.8	27561600
3	04/05/2012 02:00	01/11/2012 01:00	-1.314.334	535.006	0.06523556	-0.16026235	0.06523556	535.006	-131433.4	53500.6	15638400
4	19/12/2013 01:00	30/05/2014 02:00	-504.915	1.198.058	0.09158682	-0.04139715	0.09822681	1.117.071	-50491.5	119805.8	13996800
5	30/09/2014 02:00	13/02/2015 01:00	-1.019.566	1.536.798	0.12325762	-0.08451661	0.12739240	1.486.918	-101956.6	153679.8	11750400
6	09/07/2015 02:00	26/10/2015 01:00	-1.089.376	1.267.303	0.10538866	-0.09059229	0.10538866	1.267.303	-108937.6	126730.3	9417600
7	07/01/2016 01:00	27/07/2016 02:00	-1.191.736	1.474.516	0.12766098	-0.10957807	0.13557920	1.388.400	-119173.6	147451.6	17452800
8	03/08/2016 02:00	08/12/2016 01:00	-574.853	968.283	0.08757903	-0.05348070	0.09008294	941.369	-57485.3	96828.3	10972800

Tabella 101. tabella riepilogativa degli scambi della strategia ottimizzata nel periodo in-sample (Ford)

	Portfolio	Symbol	Num.Txns	Num.Trades	Net.Trading.PL	Avg.Trade.PL	Med.Trade.PL	Largest.Winner
F	prov	F	16	8	8.626.601	1.078.325	1.192.187	2.973.015

	Largest.Loser	Gross.Profits	Gross.Losses	Std.Dev.Trade.PL	Std.Err.Trade.PL	Percent.Positive	Percent.Negative	Profit.Factor
F	-1.082.481	9.709.082	-1.082.481	1.125.877	3.980.576	87.5	12.5	8.969.286

	Avg.Win.Trade	Med.Win.Trade	Avg.Losing.Trade	Med.Losing.Trade	Avg.Daily.PL	Med.Daily.PL	Std.Dev.Daily.PL	Std.Err.Daily.PL
F	1.387.012	1.267.303	-1.082.481	-1.082.481	1.078.325	1.192.187	1.125.877	3.980.576

	Ann.Sharpe	Max.Drawdown	Profit.To.Max.Draw	Avg.WinLoss.Ratio	Med.WinLoss.Ratio	Max.Equity	Min.Equity	End.Equity
F	1.520.404	-4.894.045	1.762.673	1.281.327	1.170.739	8.653.515	-564.112	8.626.601

Tabella 102. tabella riepilogativa dei risultati della strategia ottimizzata nel periodo in-sample (Ford)

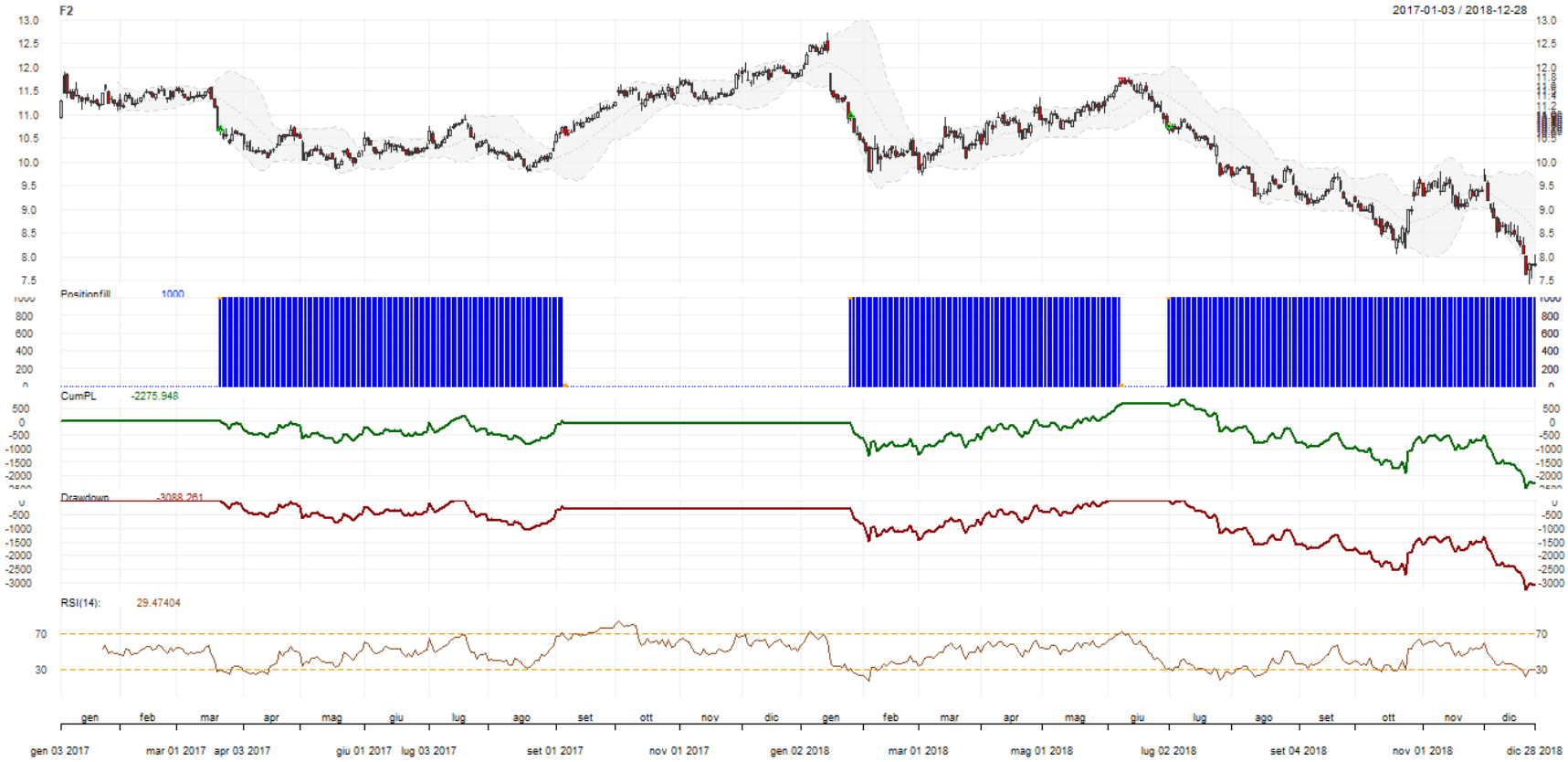

Figure 103. grafico riepilogativo della strategia standard nel periodo out-of-sample (Ford)

	Start	End	Init.Qty	Init.Pos	Max.Pos	End.Pos	Closing.Txn.Qty	Num.Txns	Max.Notional.Cost	Net.Trading.PL
1	22/03/2017 01:00	07/09/2017 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	10686.85	-61.728
2	26/01/2018 01:00	08/06/2018 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	10992.95	728.732
3	02/07/2018 02:00	28/12/2018 01:00	1000	1000	1000	1000	-1000	1	10752.95	-2.942.952

	Start	End	MAE	MFE	Pct.Net.Trading.PL	Pct.MAE	Pct.MFE	tick.Net.Trading.PL	tick.MAE	tick.MFE	duration
1	22/03/2017 01:00	07/09/2017 02:00	-844.631	217.880	-0.005776072	-0.07903463	0.02038768	-61.728	-84463.1	21788.0	14601600
2	26/01/2018 01:00	08/06/2018 02:00	-1.204.445	728.732	0.066290826	-0.10956518	0.06629083	728.732	-120444.5	72873.2	11491200
3	02/07/2018 02:00	28/12/2018 01:00	-3.122.952	145.309	-0.273687821	-0.29042741	0.01351341	-2.942.952	-312295.2	14530.9	15465600

Tabella 104. tabella riepilogativa degli scambi della strategia standard nel periodo out-of-sample (Ford)

	Portfolio	Symbol	Num.Txns	Num.Trades	Net.Trading.PL	Avg.Trade.PL	Med.Trade.PL	Largest.Winner
F	provofs	F2	5	2	-2.275.948	333.502	333.502	728.732

	Largest.Loser	Gross.Profits	Gross.Losses	Std.Dev.Trade.PL	Std.Err.Trade.PL	Percent.Positive	Percent.Negative	Profit.Factor
F	-61.728	728.732	-61.728	5.589.396	395.23	50	50	1.180.553

	Avg.Win.Trade	Med.Win.Trade	Avg.Losing.Trade	Med.Losing.Trade	Avg.Daily.PL	Med.Daily.PL	Std.Dev.Daily.PL	Std.Err.Daily.PL
F	728.732	728.732	-61.728	-61.728	333.502	333.502	5.589.396	395.23

	Ann.Sharpe	Max.Drawdown	Profit.To.Max.Draw	Avg.WinLoss.Ratio	Med.WinLoss.Ratio	Max.Equity	Min.Equity	End.Equity
F	9.471.828	-3.268.261	-0.6963789	1.180.553	1.180.553	812.313	-2.455.948	-2.275.948

Tabella 105. tabella riepilogativa dei risultati della strategia standard nel periodo out-of-sample (Ford)

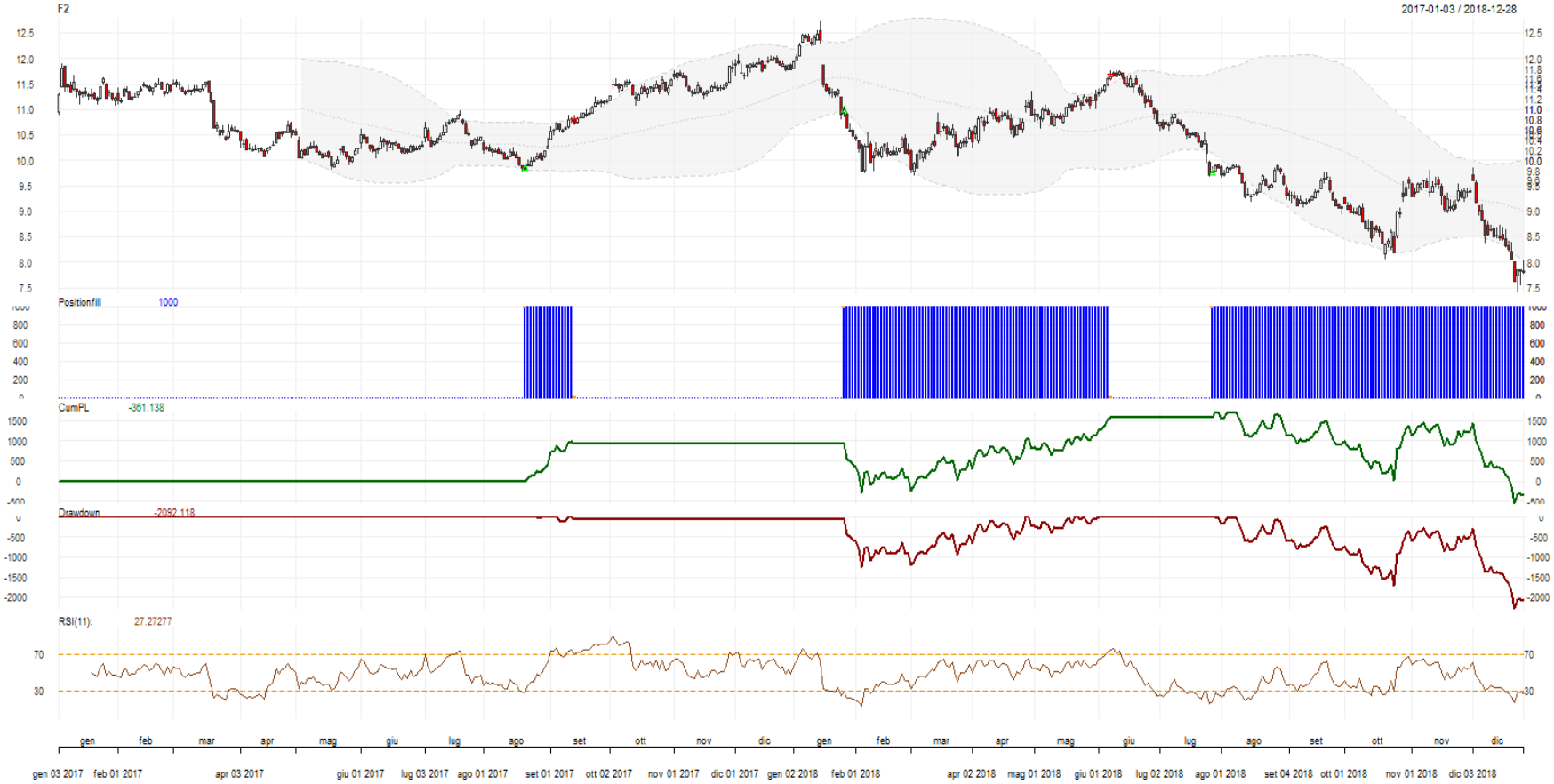

Figure 106. grafico riepilogativo della strategia ottimizzata nel periodo out-of -sample (Ford)

	Start	End	Init.Qty	Init.Pos	Max.Pos	End.Pos	Closing.Txn.Qty	Num.Txns	Max.Notional.Cost	Net.Trading.PL
1	21/08/2017 02:00	14/09/2017 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	9.851.535	922.708
2	26/01/2018 01:00	07/06/2018 02:00	1000	1000	1000	0	-1000	2	10.992.954	660.919
3	27/07/2018 02:00	28/12/2018 01:00	1000	1000	1000	1000	-1000	1	9.754.765	-1.944.765

	Start	End	MAE	MFE	Pct.Net.Trading.PL	Pct.MAE	Pct.MFE	tick.Net.Trading.PL	tick.MAE	tick.MFE	duration
1	21/08/2017 02:00	14/09/2017 02:00	0.000	978.630	0.09366134	0.0000000	0.09933782	922.708	0.0	97863.0	2073600
2	26/01/2018 01:00	07/06/2018 02:00	-1.204.445	660.919	0.06012206	-0.1095652	0.06012206	660.919	-120444.5	66091.9	11404800
3	27/07/2018 02:00	28/12/2018 01:00	-2.124.765	147.353	-0.19936564	-0.2178182	0.01510575	-1.944.765	-212476.5	14735.3	13305600

Tabella 107. tabella riepilogativa degli scambi della strategia ottimizzata nel periodo out-of-sample (Ford)

	Portfolio	Symbol	Num.Txns	Num.Trades	Net.Trading.PL	Avg.Trade.PL	Med.Trade.PL	Largest.Winner
F	provofs	F2	5	2	-361.138	7.918.135	7.918.135	922.708

	Largest.Loser	Gross.Profits	Gross.Losses	Std.Dev.Trade.PL	Std.Err.Trade.PL	Percent.Positive	Percent.Negative	Profit.Factor
F	0	1.583.627	0	1.851.128	1.308.945	100	0	NA

	Avg.Win.Trade	Med.Win.Trade	Avg.Losing.Trade	Med.Losing.Trade	Avg.Daily.PL	Med.Daily.PL	Std.Dev.Daily.PL	Std.Err.Daily.PL
F	7.918.135	7.918.135	NaN	NA	7.918.135	7.918.135	1.851.128	1.308.945

	Ann.Sharpe	Max.Drawdown	Profit.To.Max.Draw	Avg.WinLoss.Ratio	Med.WinLoss.Ratio	Max.Equity	Min.Equity	End.Equity
F	6.790.266	-2.272.118	-0.1589433	NA	NA	1730.98	-541.138	-361.138

Tabella 108. tabella riepilogativa dei risultati della strategia ottimizzata nel periodo out-of-sample (Ford)

Ai miei genitori che per tanti anni
Mi hanno spronato, aiutato, sopportato
Ma soprattutto, amato.
A mio fratello Matteo, ad Elisa e
al mio meraviglioso nipote Giovanni.
Ai miei amici che sono un fantastico tesoro:
Enrico, Thomas,Elisa, Maria,
Anna, Alexa, Alessandro ed Enrico.
Ai miei colleghi di Crédit Agricole per i sei mei fantstici:
Maurizio, Cristian, Emma, Marco, Davide,
Patrizia, Paola, Alessandro
Antonio, Angelo, Roberto, Fabrizio, SImone
Giampaolo, Andrea e Riccardo.