

**Dipartimento di Impresa e Management**

*Tesi di Laurea Triennale*

Cattedra di Statistica

# **L'Evoluzione del Trading Elettronico: un'Analisi Empirica**

**RELATORE:**

Prof.ssa Livia De Giovanni

**CANDIDATO:**

Marco Mancino

Matricola: 228181

*Anno Accademico 2020/2021*

# Indice

*Introduzione*.....

## *Capitolo I: L'evoluzione del trading elettronico*

1.1 Premessa.....

1.2 Il trading Algoritmico (AT) .....

1.3 High Frequency Trading (HFT).....

1.4 Caratteristiche operative e strategie dell'HFT .....

1.4.1 Bassa Latenza .....

1.4.2 Co-Location .....

1.4.3 Principali Strategie dell'HFT .....

1.4.3.1 Arbitraggio da Latenza (Statistical Passive Arbitrage) .....

1.4.3.2 Offerta di liquidità al mercato (Liquidity Providing) .....

1.4.3.3 Arbitraggio su commissioni di negoziazione (Passive Rebate Arbitrage) .....

1.4.3.4 Trading on News (Momentum Trading) .....

1.4.3.5 Flash Trading .....

1.4.3.6 Ricerca di Liquidità (Liquidity Detection) .....

1.4.3.7 Ignition Momentum .....

1.4.3.8 Pinging/Smoking/Layering/Spoofing .....

1.4.3.9 Quote Stuffing.....

1.5 Flash Crash: 6 maggio 2010.....

## *Capitolo 2:Indicatori e Modelli predittivi dell'HFT*

2.1 Premessa.....

- 2.2 Indicatori di Trend .....
  - 2.2.1 Media Mobile Semplice (SMA).....
- 2.3 Indicatori di Momentum .....
  - 2.3.1 Oscillatore Stocastico (SO) .....
- 2.4 Indicatori di Volatilità.....
  - 2.4.1 Average True Range (ATR).....
- 2.5 Modelli per Analisi delle Serie Storiche.....
  - 2.5.1 Modello Autoregressivo Integrato a Media Mobile .....
- 2.6 Dati, Analisi e Risultati .....

**Capitolo 3 – HFT: Benefici, Rischi e Portata del Fenomeno**

- 3.1 Premessa.....
- 3.2 Benefici nell’utilizzo di algoritmi .....
  - 3.2.1 Aumento della liquidità a disposizione dei partecipanti al mercato,diminuzione del bid-ask spread medio e aumento dell’efficienza informativa dei prezzi.....
  - 3.2.2 Diminuzione dei costi di transazione e aumento dei collegamenti intermarket .....
  - 3.2.3 Riduzione della volatilità a breve termine .....
- 3.3 Impatto sull’integrità del mercato .....
  - 3.3.1 Asimmetria Informativa.....
  - 3.3.2 Adverse Selection .....
  - 3.3.3 Rischi Sistemici .....
  - 3.3.4 Front Running e Ghost Liquidity.....
- 3.4 Regolamentazione Europea .....
- 3.5 Portata del Fenomeno.....

**Conclusioni .....**

**Appendice**.....

- **Titoli Analizzati**.....

- **Elenco Figure e Tabelle**.....

**Bibliografia** .....

**Sitografia**.....

## Introduzione

Il commercio elettronico, definito comunemente e-trading, assume nel linguaggio economico la modalità attraverso la quale vengono acquistati, venduti e gestiti investimenti online. In origine, il trading elettronico utilizzava i computer nella gestione delle informazioni sui prezzi e i tassi di cambio, fornendo bollettini quotidiani con le variazioni sui prezzi e le offerte. Con la comparsa di Internet, reti e computer, alcune borse guardarono alla tecnologia per rendere gli scambi più efficienti; in questo contesto di innovazione la prima borsa con un componente elettronico fu NASDAQ, a partire dagli anni '70. Quest'ultima, infatti, fu la prima a gestire un mercato borsistico elettronico, ovvero un mercato gestito da una rete di computer. Nel 1976, inoltre, viene introdotto presso il New York Stock Exchange (NYSE) il DOT (Designated Order Turnaround System), ovvero un sistema elettronico che aumenta l'efficienza instradando gli ordini per i titoli quotati direttamente ad uno specialista nella sala di negoziazione (Trading Floor) anziché tramite un broker. Prima di tale sistema, "le informazioni finanziarie venivano diffuse lentamente, di solito tramite nastro telescrivente e la comunicazione telefonica era costosa."<sup>1</sup> Alla metà degli anni '90 con l'introduzione del WWW (World Wide Web) si ha una svolta decisiva nel processo di informatizzazione del trading, infatti, il 6 agosto 1991, Tim Berners-Lee pubblica presso il CERN di Ginevra il primo sito web al mondo. Nel giro di un paio d'anni, assistiamo ad una rivoluzione digitale senza precedenti che dà vita alla nascita di un sistema di trading molto più complesso e vario, simile a come lo conosciamo oggi. Verso la fine degli anni '90 vengono introdotti gli ECN (Electronic Communication Networks) ovvero operatori che hanno libero accesso al mercato interbancario senza però operare alcun intervento sul prezzo di mercato, dopo che la SEC (Securities Exchange System) ne ha autorizzato la presenza con l'introduzione del Regulation Alternative Trading System (Reg.ATS)<sup>2</sup>. In sinergia con lo sviluppo elettronico del mercato si è assistito, all'inizio del secolo, allo sviluppo del trading basato su algoritmi informatici, i quali, a differenza delle operazioni di trading tradizionale, riescono ad analizzare dati e agire sul mercato in maniera quasi istantanea. Questi, che possiamo distinguere in due tipologie, l'Algorithmic Trading e l'High Frequency Trading, costituivano agli inizi degli anni 2000 solo meno del 10% di tutte le transazioni nei mercati statunitensi.

---

<sup>1</sup> (Chris Brummer, 2008)

<sup>2</sup> (MCGOWAN, 2010)

Il primo, ha rivoluzionato il precedente rapporto tra investitore e intermediario di mercato. Ciò è dovuto all'utilizzo di software algoritmici che generano direttamente ordini per il trading individuale senza alcun intervento umano. L'utilizzo da parte software ha permesso alle imprese specializzate nell'acquisto di titoli di ridurre l'ammontare dei costi di trading e, soprattutto, del capitale umano necessario per generare decisioni di trading. Il secondo invece, che possiamo definire come un'evoluzione del più semplice trading algoritmico, attraverso l'utilizzo di software complessi, riesce a reperire i dati, analizzarli e agire sul mercato nell'arco di pochi millisecondi, in modo tale da avere una risposta immediata alle mutazioni del mercato, tale da renderlo inavvicinabile dai trader tradizionali.

Nel giro di poco più di 10 anni l'HFT rappresentava già circa il 50% del volume delle transazioni americane nei mercati azionari e tra il 40% e il 60% di tutte le attività di trading nei mercati finanziari statunitensi. Di pari passo con gli USA, anche in Europa e in Asia, come ci viene riportato da *New York Times*<sup>3</sup>, si è diffusa notevolmente questa tecnologia raggiungendo il 45% dei volumi europei e il 12% dei volumi asiatici. Ad oggi l'HFT riesce in alcuni contesti a muovere il 70% del traffico e delle transazioni di tutte le attività di trading nei mercati finanziari americani.

---

<sup>3</sup> (Popper, 2012)

# Capitolo 1 – L’Evoluzione del Trading Elettronico

## 1.1 Premessa

Il presente capitolo si propone di analizzare gli elementi caratterizzanti lo sviluppo dei sistemi automatici di trading, ossia programmi informatici che creano in automatico gli ordini di compravendita di titoli o di altri beni.

Si procederà, inizialmente, alla definizione delle due modalità di sistemi automatici per eccellenza, ovvero l’Algorithmic trading (AT) e l’High Frequency Trading (HFT), analizzando in particolar modo quelle che sono le caratteristiche operative e strategiche dei fenomeni.

Procedendo in tal modo sarà possibile comprendere l’innovazione e l’importanza che queste due implementazioni del trading tradizionale assumono oggi, in un mercato che cerca profitti elevati in tempo reale.

## 1.2 Algorithmic Trading (AT)

Il trading Algoritmico può essere definito come *“l’esecuzione di decisioni umane di trading tramite l’utilizzo di algoritmi.”*<sup>4</sup> Esso, tuttavia, non presenta un’unica definizione, infatti per avere una visione più completa del fenomeno bisogna analizzare la definizione proposta da Alain Chaboud, Erik Hjalmarsson, Clara Vega e Ben Chiquoine: *“In algorithmic trading (AT), computers directly interface with trading platform, placing orders without immediate human intervention. The computers observe market data and possibly other information at very high frequency, and based on a built-in algorithm, send back trading instructions, often within milliseconds. A variety of algorithms are used: for example, some look for arbitrage opportunities, including small discrepancies in the exchange rates between three currencies; some seek optimal execution of large orders at the minimum cost; and some seek to implement longer-term trading strategies in search of profits.”*<sup>5</sup> Nel trading algoritmico in particolare, è il computer che autonomamente si interfaccia con la piattaforma di trading, il tutto senza l’ausilio di una consulenza umana. I computer, nel giro di millesimi di secondi, interfacciano i dati di mercato e, sulla base di un algoritmo, rimandano le istruzioni di trading.

---

<sup>4</sup> (Ciallella, 2015)

<sup>5</sup> (Chaboud, 2009)

L'algorithmo, infatti, attraverso l'utilizzo di programmi informatici, individua aspetti fondamentali per la decisione dell'ordine, tra i quali troviamo: quantità, timing e prezzo. Gli algoritmi di esecuzione sono progettati per ottimizzare l'esecuzione del *trading* una volta che le decisioni di acquisto e vendita sono state prese. L'esecuzione algoritmica prende decisioni sul modo migliore per indirizzare l'ordine alla borsa, sul momento migliore per eseguire un ordine inoltrato (se tale ordine deve essere eseguito immediatamente o meno) e sulla migliore sequenza di dimensioni affinché l'ordine sia elaborato in modo ottimale. Gli algoritmi generano segnali di negoziazione ad alta frequenza e prendono decisioni di allocazione del portafoglio e decisioni di aprire o chiudere una determinata posizione.

Al fine di poter classificare se una tecnica di negoziazione sia algoritmica o meno, è necessario rifarsi ai sensi dell'articolo 4(1)(40) del Mifid II. In particolare, per tecnica di negoziazione algoritmica ad alta frequenza si intende:

*Qualsiasi tecnica di negoziazione algoritmica caratterizzata da:*

- a) *infrastrutture volte a ridurre al minimo le latenze di rete e di altro genere, compresa almeno una delle strutture per l'inserimento algoritmico dell'ordine: co-ubicazione, hosting di prossimità o accesso elettronico diretto a velocità elevata;*
- b) *determinazione da parte del sistema dell'inizializzazione, generazione, trasmissione o esecuzione dell'ordine senza intervento umano per il singolo ordine o negoziazione,*
- c) *elevato traffico infragiornaliero di messaggi consistenti in ordini, quotazioni o cancellazioni.*<sup>6</sup>

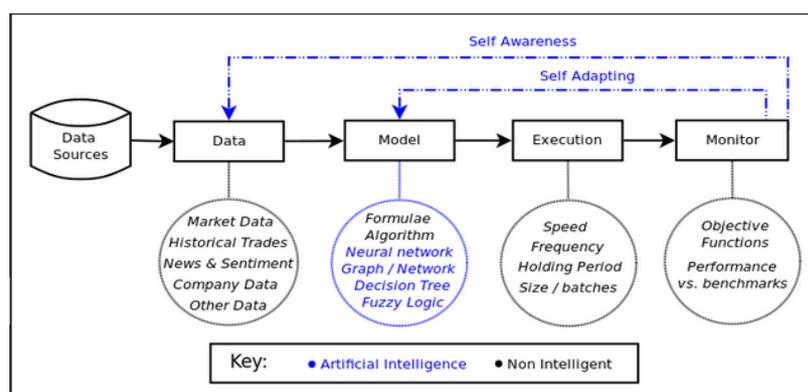


Figura 1: Conceptual Model of Algorithmic Trading

<sup>6</sup> Direttiva MIFID II art .4(1)(40)

### 1.3 High Frequency Trading (HFT)

Il trading ad alta frequenza o high-frequency trading (HFT) costituisce una modalità, centrata sulla velocità di acquisizione ed elaborazione delle informazioni di mercato e di reazione a tali informazioni (low latency).<sup>7</sup> Esso costituisce lo step evolutivo alla famiglia del trading algoritmico, infatti a differenza del già nominato AT, non si pone più il semplice obiettivo di esprimere in pochi millisecondi le decisioni di trading, bensì, attraverso l'utilizzo della tecnologia moderna, ottiene informazioni, le analizza, e agisce prima del resto del mercato finanziario. La Commissione Europea definisce il fenomeno come: *“il trading che utilizza una tecnologia sofisticata per cercare di interpretare i segnali del mercato e, in risposta, esegue strategie di trading automatizzate ad alto volume, solitamente di quasi market making o di arbitraggio, in orizzonti temporali molto brevi. Di solito comporta l'esecuzione di operazioni di trading in proprio conto (piuttosto che per conto altrui) e comporta la chiusura delle posizioni a fine giornata”*.<sup>8</sup> Il trading ad alta frequenza nello specifico, è progettato in modo tale da eseguire le proprie strategie in maniera autonoma, analizzando e trasmettendo i migliaia di dati di acquisti e vendite raccolti e inserendo ordini di esecuzione, di cancellazione o di sostituzione che si adattano immediatamente al flusso informativo disponibile. L'obiettivo principale di un sistema ad alta frequenza è di identificare e trarre vantaggio da rapidi sbilanciamenti di liquidità o da inefficienze dei prezzi di brevissima durata.<sup>9</sup>

La principale innovazione che separa il trading ad alta frequenza da quello a bassa frequenza è un elevato turnover di capitale basato su rapide risposte computerizzate alle mutevoli condizioni di mercato. Le strategie di *trading* ad alta frequenza sono caratterizzate da un numero maggiore di operazioni e da un più basso guadagno medio per operazione. Molti gestori di denaro virtuale mantengono le loro posizioni di trading per settimane o addirittura mesi, generando qualche punto percentuale di guadagno per ogni operazione.

---

<sup>7</sup> (Caivano, 2012)

<sup>8</sup> (Commission, 2010)

<sup>9</sup> (Puorro, 2013)

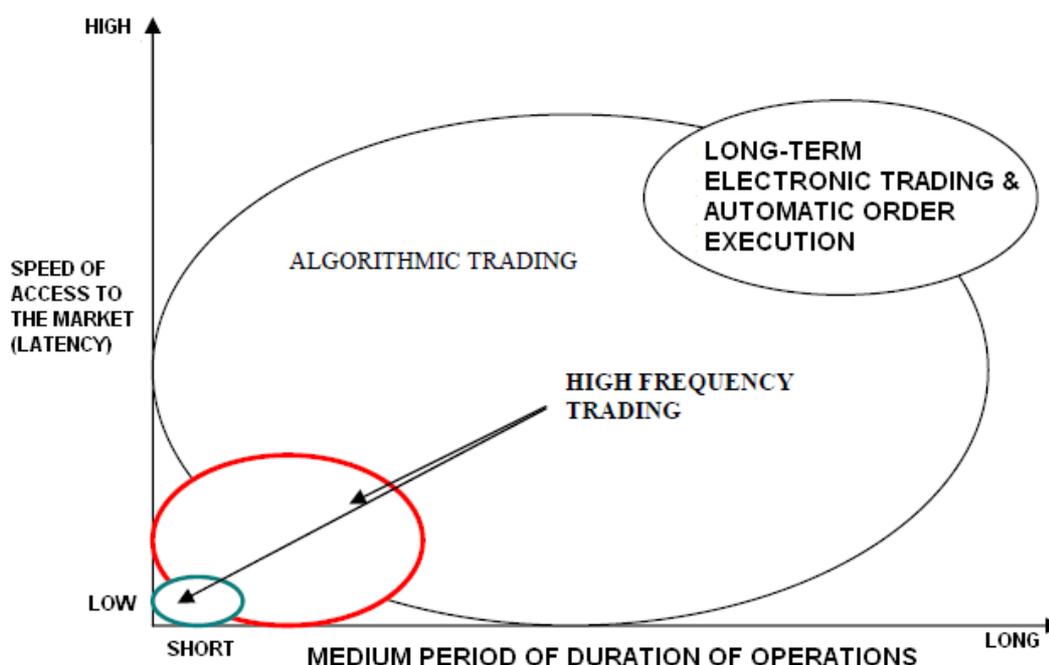


Figura 2 - High frequency trading versus algorithmic (systematic) trading and traditional long-term investing  
 Fonte: Banca d'Italia

In Figura 2 è possibile osservare, su un'asse cartesiano che pone sull'asse delle ascisse il periodo medio della durata delle operazioni, e sull'asse delle ordinate la velocità di accesso al mercato (latenza), quella che è la distinzione in termini di step evolutivo dei fenomeni di trading elettronico. Il trading elettronico si riferisce alla capacità di trasmissione per via elettronica, in contrapposizione alla posta o al semplice contatto tra persone. L'Algorithmic Trading come abbiamo già visto precedentemente si riferisce ai processi attraverso i quali gli algoritmi effettuano ordini in relazione alla migliore decisione di allocazione sul mercato. L'ultimo fenomeno analizzato invece è appunto l'High Frequency Trading. Per comprendere la velocità supersonica alla quale questo fenomeno agisce rispetto ai due step precedenti ci rifacciamo alla definizione di un'importante analista finanziario italiano:

*“Prendiamo un secondo e immaginiamo di dividerlo in un milione di parti. In ognuno di questi microsecondi, se potessimo entrarci dentro, ci troveremmo un aggiornamento del prezzo, un ticchettio dell'orologio che scandisce il battito con cui, sul mercato azionario, avvengono le transazioni. Stesso discorso per i beni di consumo, solo che qui la frequenza è nell'ordine dei millisecondi.”<sup>10</sup>*

<sup>10</sup> (A.RANA, 2012)

## 1.4 Caratteristiche Operative e Strategie dell'HFT

L'HFT fonda la sua posizione dominante sulla capacità tecnologico-logistica degli algoritmi informatici, senza i quali risulterebbe un semplice sistema algoritmico. La voce che contraddistingue tale sistema è la velocità che comprende quattro step cruciali: **immissione, cancellazione, esecuzione e modifica** degli ordini inviati al mercato.<sup>11</sup>

Tale situazione consente all'HFT di riconoscere le inefficienze di mercato e trasformarle in opportunità. Affinché ciò possa avvenire sono necessari due strumenti:

- i. Bassa Latenza (Low Latency)
- ii. Co-location

### 1.4.1 Bassa Latenza

Genericamente, nel linguaggio informatico, si intende per latenza il tempo impiegato da un'informazione per andare da un'unità all'altra di un sistema.<sup>12</sup> Nel caso specifico dell'HFT intendiamo il tempo necessario all'implementazione della serie di operazioni necessarie a tramutare una decisione economica in un'effettiva contrattazione (esecuzione).<sup>13</sup> In tal senso, esistono più livelli di negoziazione che devono essere considerati:

- i. La velocità attraverso la quale le informazioni vengono ricevute e processate, riuscendo a selezionare attraverso quest'ultime le scelte di investimento;
- ii. Il tempo che intercorre tra l'immissione delle informazioni e l'inoltro del materiale al broker;
- iii. Il tempo tra la ricezione dell'ordine da parte del broker, il quale ha il compito di elaborare i dati e successivamente inviarli verso il mercato sul quale lo strumento finanziario risulta essere quotato;
- iv. Il tempo che intercorre tra l'invio del materiale da parte del broker e l'effettiva ricezione da parte del mercato;
- v. Il tempo tra la ricezione dei dati da parte del mercato e la diffusione di questi dati a favore di tutti gli altri partecipanti a quel sistema di negoziazione.

---

<sup>11</sup> (Puorro, 2013)

<sup>12</sup> (Treccani)

<sup>13</sup> (Puorro, 2013)

Risulta evidente come, necessitando il sistema HFT di coprire tutti i passaggi nel minor tempo possibile, riesca, in pochi millisecondi, a ricevere, analizzare e processare i dati e le informazioni di mercato. Ciò è reso possibile attraverso l'utilizzo di un apparato informatico-tecnologico e di un broker che dispone di tecnologia necessaria a minimizzare la latenza nei vari processi.

### **1.4.2 Co-Location**

La Co-location prevede uno scambio nel quale viene “affittato” uno spazio alla società di negoziazione accanto alla struttura di negoziazione, che garantisce la vicinanza geografica in relazione a infrastruttura informatica che fornisce una velocità aggiuntiva di microsecondi per il flusso di informazioni sensibili al fattore tempo.<sup>14</sup>

La collocazione, perciò, garantisce che l'impulso elettrico degli ordini di borsa, impieghi il minor tempo possibile per essere attivo, generando un vantaggio competitivo. La vicinanza del server, rispetto alla borsa di riferimento, garantisce la possibilità di sfruttare numerose opportunità in più nell'ottica del profitto, riducendo notevolmente le perdite, intese sempre in termini di opportunità, che si verificherebbero nel caso in cui si utilizzassero server più distanti.

Co-Location e, la già citata precedentemente, low latency, risultano senza dubbio strumenti necessari e complementari nel panorama dell'efficienza della struttura High Frequency.

### **1.4.3 Principali Strategie dell'HFT**

Il trading ad alta frequenza è un insieme di tecniche estremamente evolute che permettono l'implementazione di particolari strategie il cui elemento comune è la capacità di inserire, cancellare e modificare migliaia di ordini di contrattazione ad elevatissima velocità.<sup>15</sup> Tale situazione consente ad i trader di poter sfruttare i cosiddetti “arbitraggi da latenza”, ovvero profitti conseguibili grazie alla possibilità di realizzare tutte quelle operazioni, che vanno dall'inoltro dell'ordine di acquisto/vendita alla sua esecuzione, in un intervallo di pochi millisecondi. Esistono un grande numero di strategie attraverso le quali gli operatori HFT cercano di massimizzare il proprio

---

<sup>14</sup> (Aitken, 2014)

<sup>15</sup> (Puorro, 2013)

vantaggio economico, di seguito ne analizzeremo le più famose:

- i. Arbitraggio da Latenza (Statistical Passive Arbitrage)
- ii. Offerta di Liquidità al mercato (Liquidity Providing System)
- iii. Arbitraggio su commissioni di negoziazione (Passive Rebate Arbitrage)
- iv. Trading on News (Momentum Trading)
- v. Flash Trading
- vi. Ricerca di Liquidità (Liquidity Detection)
- vii. Trade Ignition
- viii. Pinging/Smoking/Layering/Spoofing
- ix. Quote Stuffing

#### **1.4.3.1 Arbitraggio da Latenza (Statistical Passive Arbitrage)**

Per arbitraggio si intende la differenza di prezzo tra due attività, ciò determina una momentanea inefficienza dei mercati in cui tali attività vengono negoziate. Dal momento che i computer riescono a esaminare sul mercato opportunità di breve durata, l'arbitraggio è diventato una delle principali strategie adottate dall'HFT. Questi fanno leva sull'arte tecnologica per trarre profitto da piccole discrepanze di breve durata. Sebbene tale strategia non sia propria solamente dell'HFT, appare evidente come il vantaggio di disporre di tali strumenti offre la possibilità di poter sfruttare completamente l'ampiezza dell'arbitraggio, prima che i trader tradizionali riescano anche solo a riconoscerne la presenza. Un HFT è in grado, infatti, di individuare quella che è l'opportunità di arbitraggio nel momento esatto in cui essa si verifica, e di conseguenza si avvantaggia sui trader tradizionali sia nella fase identificativa sia esecutiva. A causa della frammentazione del mercato e la creazione di diversi MTF (Multilateral Trading Facility)<sup>16</sup>, sul quale sono quotati gli stessi strumenti finanziari, ha consentito lo sviluppo di tale strategia.

---

<sup>16</sup> Gli MTF sono alternativi alle borse tradizionali in cui un mercato è realizzato in titoli, tipicamente utilizzando sistemi elettronici.

### 1.4.3.2 Offerta di liquidità al mercato (Liquidity Providing)

Gli HF traders non sono tenuti a sottostare ai limiti imposti dai tradizionali market makers, ma hanno la facoltà di scegliere come e in che misura possono operare. Gli operatori ad alta frequenza possono in tal modo, imparare in che modo i market maker offrono liquidità al mercato, così da poter autonomamente scegliere, analizzando il profilo rischio-rendimento, se replicare il mercato o porsi da controparte. Un HF trader può infatti valutare il profitto e il rischio associato alle diverse situazioni del mercato, e nel momento in cui ritenga che il profilo di rischio-rendimento sia favorevole può utilizzare gli schemi tradizionali di market maker, cercando di lucrare sul *bid ask spread*.<sup>17</sup>

Tale strategia, dal punto di vista operativo, è propria di due fasi:

- L'HF trader colloca le proprie proposte di negoziazione sui primi livelli bid-ask dei book di negoziazione;<sup>18</sup>
- I partecipanti al mercato (price takers) incrociano le proposte di HFT con i loro ordini di acquisto e vendita.

Se il mercato dovesse presentare una bassa volatilità, l'HF trader riuscirebbe a lucrare sulla differenza offerta dal differenziale del bid-ask, poiché risulta possibile comprare ad un prezzo più basso (bid), e rivendere al prezzo più alto (ask).

Anche in questo caso, il processo automatico dell'HFT consente di assicurarsi la priorità sui book di negoziazione rispetto ai trader tradizionali impegnati simultaneamente in analoghe strategie di liquidity providing. Altro vantaggio risiede nella rapidità di abbandonare e cancellare i propri ordini sui book in situazioni di aumento di volatilità, ovvero situazioni che potrebbero danneggiare l'HF trader dal punto di vista del profitto.

### 1.4.3.3 Arbitraggio su commissioni di negoziazione (Passive Rebate Arbitrage)

L'arbitraggio su commissioni di negoziazione risulta essere un compromesso tra

---

<sup>17</sup> Differenza tra il prezzo bid (denaro) e il prezzo ask (lettera) praticato da un dealer. Il prezzo bid è il prezzo al quale il dealer è disposto ad acquistare uno strumento finanziario. Il prezzo ask è quello al quale il dealer è disposto a vendere uno strumento finanziario.

<sup>18</sup> Prospetto video sul quale sono esposte, durante le diverse fasi del mercato, le proposte di negoziazione. Per i primi livelli dei book di negoziazione si intende il primo livello bid e il primo livello ask, cioè, rispettivamente, il più alto prezzo a cui un operatore è disposto a comprare almeno una singola unità di una security e il più basso prezzo a cui almeno un venditore è disposto a vendere.

l'arbitraggio statistico e l'offerta di liquidità, precedentemente descritte. Esso ha come obiettivo principale lo sfruttamento delle opportunità di profitto, le quali sono rese accessibili dalle nuove strutture commissionali degli ECN. In tal senso, infatti, la notevole concorrenza, che ha portato allo sviluppo di mercati paralleli ai mercati regolamentati, ha determinato oltre che un notevole sviluppo tecnologico, in termini di caratteristiche tecniche, di stabilità e di velocità di esecuzione degli ordini, ma anche la nascita di nuove strutture commissionali offerte al fine di attrarre un sempre più elevato numero di partecipanti al mercato. Gli ECN, che hanno garantito una notevole fonte di robustezza e profondità, attraverso l'utilizzo di book di negoziazione che possono assorbire improvvisi flussi anomali di liquidità, hanno acquisito un vantaggio competitivo nei confronti degli altri ECN e dei mercati regolamentati.

Di conseguenza, tali ECN hanno proceduto con proposte di ribasso sulle commissioni o, in alcuni casi, a commissioni negative per quelli operatori in grado di garantire liquidità all'ECN. Tali operatori, infatti, definiti come *liquidity providers*<sup>19</sup>, garantiscono quella robustezza e profondità ai book di negoziazione degli strumenti finanziari negoziati sugli ECN.<sup>20</sup> In questo modo gli HF traders hanno convenienza nell'offrire liquidità al mercato, al fine di accumulare gli sconti offerti dalle piattaforme ECN.

#### **1.4.3.4 Trading on News (Momentum Trading)**

Data la mole di notizie, positive o negative, che ogni giorno modificano le condizioni riguardanti il mercato finanziario e le quotazioni dei titoli delle società, una soluzione per l'HFT è data dalla possibilità di relazionare le notizie macroeconomiche e le quotazioni del titolo come strategie di trading. L'unico requisito per applicare tale strategia è rappresentato dal poter disporre di sistemi informatici in grado di ricavare indicazioni operative dal flusso delle informazioni degli *information provider*, ovvero testate economiche e giornalistiche. Sistemi di questo tipo, infatti, riescono ad associare alle strategie operative key words presenti nelle notizie, in modo tale da poter adattare per ogni set la strategia. Anche in tale strategia, come nelle precedenti, la velocità che caratterizza i sistemi HF, consente di massimizzare i profitti derivanti dal trading on

---

<sup>19</sup> La presenza di operatori *liquidity providers* offre profondità ai mercati, in quanto, come visto, tali operatori passivi, dovrebbero garantire la possibilità per il mercato di assorbire senza elevata volatilità flussi anomali di liquidità.

<sup>20</sup> (Puorro, 2013)

news, sfruttando al meglio i movimenti che i mercati manifestano in risposta a notizie rilevanti.

Un esempio molto rilevante dell'effetto che le notizie hanno sul mercato finanziario risale al 23 aprile 2013 alle ore 13:07 americane. Una fonte autorevole come l'account twitter di Associated Press, ovvero l'agenzia di stampa internazionale statunitense, diramò la notizia di un'esplosione all'interno della Casa Bianca e del probabile ferimento dell'allora presidente Barack Obama.

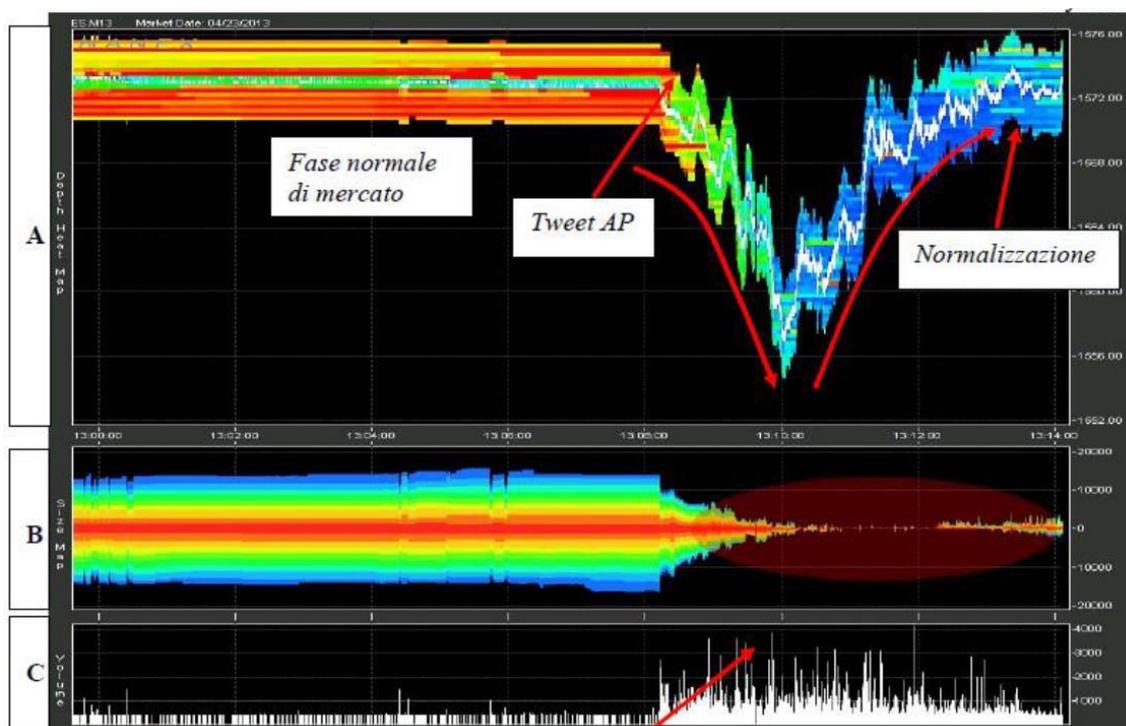


Figura 3: Quotazione Dow Jones 23 Aprile 2013

La Figura 3 mostra graficamente cosa accadde quel giorno, in prossimità della notizia, all'indice Dow Jones. Si può notare come nella fase precedente alla notizia il mercato sia in condizioni normali di liquidità senza alcuna percezione di rischio. Il rilascio della notizia ha invece generato un notevole flusso di ordini di vendita da parte degli HF traders, i quali hanno reagito prima dei trader tradizionali. La conseguenza è stata un repentino trend ribassista alimentato dagli *stop-loss*<sup>21</sup> saltati.

Quando alle 13:10 americane la notizia si è rivelata falsa, gli HF traders hanno ricoperto le posizioni short<sup>22</sup>, giovando della tendenza ribassista che si era andata a creare.

<sup>21</sup> È un ordine inserito che chiude automaticamente la posizione in essere ad un determinato livello di prezzo scelto dall'operatore, rappresentante la massima perdita che intende subire.

<sup>22</sup> Prendere una posizione sul mercato al ribasso, realizzando un profitto se il prezzo dello strumento scende.

Grazie all'acquisto dei trader che hanno sfruttato il mini-trend rialzista, la quotazione dell'indice è tornata al valore antecedente alla notizia e, allo stesso tempo, ciò ha favorito il ritorno alla normalità della liquidità.

#### **1.4.3.5 Flash Trading**

Il flash trading rappresenta una delle pratiche più aggressive e dibattute usate dagli HF traders, la quale ha subito anche numerose critiche da parte dei regolatori del mercato. Rappresenta una sorta di prelazione su ordini che pur non potendo essere ancora eseguiti, come nel caso di ordini che giungono su un mercato o ECN con un prezzo diverso dal "National Best Bid or Offer" (NBBO)<sup>23</sup>, vengono, prima di essere trasferiti, offerti agli HF traders che abbiano aderito al servizio di flash trading. Al fine di chiarire tale processo si propone il seguente esempio<sup>24</sup>:

- 1) Un investitore invia sul mercato NASDAQ un ordine di acquisto per 5.000 azioni XYZ ad un prezzo limite pari a \$20,05;
- 2) Sul NASDAQ sono presenti in vendita solo 1.000 azioni XYZ ad un prezzo pari a \$20,00 che rappresenta il NBBO; il miglior prezzo successivo in vendita sul NASDAQ è per \$20,04 (che non rappresenterebbe il successivo NBBO) per 10.000 azioni;
- 3) In questa situazione il NASDAQ può permettere l'esecuzione dei primi 1.000 contratti al prezzo di \$20,00 ed è costretto dalla regulation NMS<sup>25</sup> ad inviare l'ordine relativo alle restanti 4.000 azioni (ancora non eseguite) al mercato su cui è presente il NBBO;
- 4) Prima di inviare le 4.000 azioni al BATS, il NASDAQ crea un flash order per 4.000 azioni in vendita ad un prezzo di un singolo tick migliore del BATS, ad esempio \$20,02 e lo "offre in prelazione" agli HF traders per un intervallo inferiore al secondo (dai 300 ai 500 millisecondi);

---

<sup>23</sup> I broker sono obbligati ad eseguire le transazioni al migliore prezzo presente sul mercato; implicando con ciò anche la ricerca del prezzo migliore su mercati diversi, nel momento in cui uno strumento finanziario presenta più di una quotazione.

<sup>24</sup> Esempio tratto da Banca d'Italia, Questioni di Economia e Finanza, High Frequency Trading: una panoramica di Alfonso Puorro. Settembre 2013 p.17

<sup>25</sup> Il sistema di mercato nazionale è un regolamento finanziario statunitense promulgato e descritto dalla Securities and Exchange Commission degli Stati Uniti come "una serie di iniziative volte a modernizzare e rafforzare il sistema di mercato nazionale per i titoli azionari"

5) Un HF trader vede l'ordine flash e si pone come controparte. Si pone in vendita sul NASDAQ ad un prezzo pari a \$20,02; in questo modo l'ordine di acquisto viene eseguito completamente sul NASDAQ, ad un prezzo medio ponderato pari al NBBO.

Attraverso tale strategia l'acquirente delle 5.000 azioni XYZ risulta aver pagato un prezzo inferiore rispetto a quello che avrebbe pagato senza l'utilizzo del flash trading. Il cliente, infatti, paga per il suo ordine: 1.000 azioni a \$20,00 e 4.000 a \$20,02 per un totale di \$100.800. Qualora non avesse adottato tale strategia avrebbe comprato 1.000 azioni a \$20,00 e 4.000 a \$20,03 per un totale di \$100.120. È perciò evidente come tale strategia abbia fatto risparmiare all'acquirente \$40.

Di più difficile intuizione risultano i vantaggi ottenibili dall'HF trader attraverso l'utilizzo del flash trading, e del perché esso si sia posto come controparte assumendo una posizione corta. Emergono quattro spiegazioni:

1) L'HF trader presenta già una posizione *long* in azioni XYZ. Il *flash trading* fornisce dunque al *trader* la opportunità di chiudere la propria posizione ad un determinato prezzo, prima che quest'ultimo risulti disponibile al resto del mercato. Nell'esempio fornito sopra, l'HF trader sfrutta il *flash trading* che lo informa della disponibilità di un ordine di acquisto di 4.000 azioni per poter chiudere la posizione lunga precedentemente aperta;

2) L'HF trader presenta una posizione *flat*. In tale situazione il *trader* potrebbe sfruttare, al fine di realizzare un profitto privo di rischio, un'operazione di arbitraggio. In particolare, sapendo della pressione dal lato della domanda, cercherà di acquistare un ammontare di azioni, non superiore a 4.000, ad un prezzo inferiore a \$20,02, sapendo della possibilità di rivenderle successivamente a \$20,02 realizzando così un profitto;

3) L'HF trader presenta una posizione *short*. Il trader può sfruttare la pressione dal lato della domanda, in favore di un vantaggio informativo, per chiudere la propria posizione prima che l'ordine di acquisto venga a conoscenza degli altri partecipanti al mercato;

4) L'HFT trader potrebbe avere posizioni corte in dei mercati, tuttavia la sua offerta non costituisce il NBBO. Dunque, l'HF trader può elaborare il vantaggio informativo derivante dal *flash order*, cancellando i propri ordini di vendita nei vari ECNs (nei quali verrà probabilmente trasferito l'ordine di acquisto) al fine di evitare di trovarsi in

corto, in un mercato che presenta una pressione dal lato long.

Possiamo perciò concludere sostenendo che tale strategia risulta essere paragonabile ad un arbitraggio da latenza estremo, nel quale si cerca di applicare tale strategia di HFT sul maggior numero possibile di mercati.

#### **1.4.3.6 Ricerca di Liquidità (Liquidity Detection)**

La Liquidity Detection rappresenta una strategia nella quale gli HF traders testano livelli chiave, ovvero mercati sui quali sono state effettuate in un dato arco di tempo numerose contrattazioni, al fine di verificare la presenza di situazioni di *stop-loss* e *take profit*<sup>26</sup>. Il vantaggio di tale strategia risiede nel fatto che, attraverso l'utilizzo dei software algoritmici, è facilmente prevedibile il comportamento degli SL e TP analizzando la loro latenza. Questa analisi, infatti, consente di catturare i comportamenti degli altri traders e prevedere i livelli di SL e TP.

#### **1.4.3.7 Ignition Momentum**

La ignition momentum, letteralmente tradotta come “momento di accensione”, è una strategia che prevede l’inserimento di una serie di ordini volti a generare o accelerare una tendenza (trend), spingendo a sua volta gli altri operatori del mercato di ampliare il trend al fine di ottenere un prezzo favorevole. Essa prevede per l’appunto, la presa di posizione aggressiva da parte di un operatore che genera un’oscillazione dei prezzi tale da spingere gli altri traders ad intervenire, in modo tale che il Momentum trader chiuda la propria posizione in profitto. La strategia si articola in tre fasi:

- i. Un prezzo inizialmente stabile
- ii. Aumento di volumi e conseguente movimento del prezzo
- iii. Rintracciamento dei prezzi sul livello di partenza

---

<sup>26</sup> Si intende un ordine condizionato avente lo scopo di chiudere automaticamente in profitto la posizione al verificarsi di un determinato evento, rappresentato di solito da un livello tecnico particolare o da un livello assoluto di guadagno ottenuto dalla posizione.

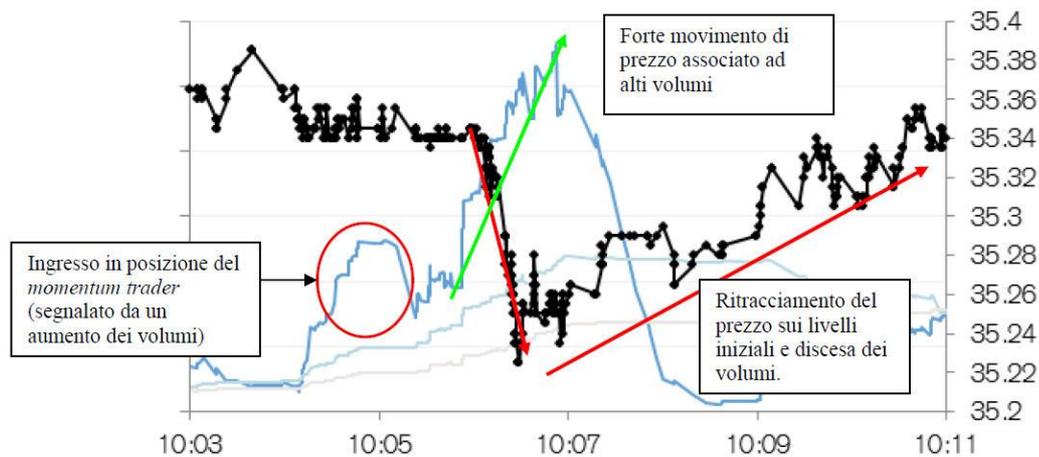


Figura 4: Esempio di strategia di Momentum Ignition

La Figura 4 fa riferimento all'azione Daimler, quotata sullo XETRA<sup>27</sup>, avvenuto il 13 luglio 2012. Possiamo notare come tra le 10:04 e le 10:05, è segnalato un aumento dei volumi, che risulta parallelo all'ingresso da parte del Momentum Ignition trader, con una presa di posizione di tipo short<sup>28</sup>. Terminata tale fase di accumulo, con il suo picco alle 10:07, è possibile notare la chiusura delle posizioni da parte degli altri operatori di mercato, causando un drastico abbassamento del prezzo del titolo. Il prezzo, quindi, ritorna al suo valore iniziale.

#### 1.4.3.8 Pinging/Smoking/Layering/Spoofing

Il fenomeno della ghost liquidity comprende una serie di strategie, molto simili tra loro, hanno la funzione di “inondare” il book di negoziazione, simulando situazioni di mercato in modo tale da indurre i trader ad operazioni sbagliate come reazioni a questi stimoli. In pratica, viene creata una sorta di illusione di mercato, attraverso la liquidità offerta dagli operatori del mercato, che attuano operazioni di apertura e chiusura di posizioni per generare profitto.

Tali strategie vengono considerate illegali dai regolatori del mercato, in quanto simulano situazioni fittizie, col fine di ingannare gli operatori del mercato. All'interno di questa categoria troviamo innumerevoli strategie, approfondiremo però solo le

<sup>27</sup> Xetra è una sede di negoziazione gestita da Frankfurter Wertpapierbörse con sede a Francoforte, in Germania.

<sup>28</sup> Vendita di un titolo, materia prima o valuta presa in prestito, con l'aspettativa che il valore dell'asset calerà

quattro più comuni:

- Pinging: tale strategia consiste nell'inviare piccoli ordini in modo tale da accertare la presenza, dall'altra parte del book, di ordini nascosti;
- Smoking: consiste nell'immettere ordini "allettanti" sul mercato al fine di attrarre gli slow traders. Tali "ordini civetta", vengono poi immediatamente modificati con l'inserimento di condizioni meno favorevoli, prima ancora che la controparte riesca a rendersi conto del mutato scenario;
- Layering: consiste nell'immettere un ordine nascosto (non visibile nel book di negoziazione) da un lato del mercato, e un altro ordine visibile dall'altro lato del mercato. Ciò indurrà i trader a pensare che il mercato sia in movimento al ribasso e perciò ad agire.
- Spoofing: l'HF trader immetterà, per ottenere migliori condizioni di acquisto, una serie di operazioni di vendita sul mercato con offerte superiori al miglior prezzo, al fine di indurre gli altri investitori che ci sia una fase di ribasso del titolo stesso.

### 1.4.3.9 Quote Stuffing

Il Quote Stuffing, associabile sempre alle strategie citate precedentemente, prevede l'invio e la successiva cancellazione, nel giro di millisecondi, di ampi volumi di ordini, al fine di creare uno scenario di arbitraggio da latenza, tale da rendere ingestibile il mercato. Esso determina due situazioni:

- Rallentamento nel sistema di funzionamento degli altri sistemi di trading, che non essendo HF, non riescono a processare nell'ordine di millisecondi tali volumi;
- Rallentamento nel funzionamento del mercato che riceve gli ordini.

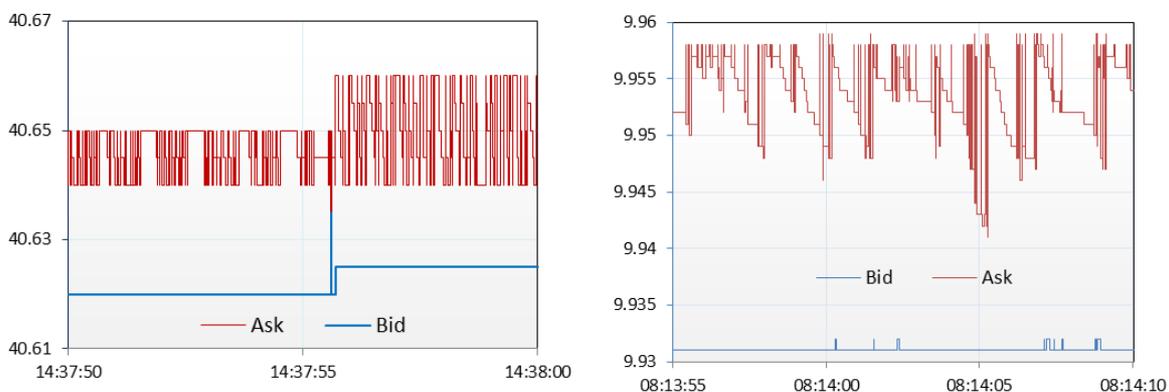


Figura 5: Quote stuffing sul titolo Heineken il 2/05/2012 (a sinistra) e sul titolo Telefonica il 10/08/2012 (a destra)

Fonte: Credit Suisse AES Analysis

La Figura 5 mostra due grafici, il primo del 2 maggio 2012 relativo al titolo Heineken, quotato all'Euronext<sup>29</sup>, ed il secondo del 10 agosto 2012 relativo al titolo Telefonica, quotato sulla borsa di Madrid, i quali rappresentano una situazione di quote stuffing, nella quale vi è una rapida immissione e cancellazione di migliaia di ordini sulla sola lettera (ask).

## 1.5 Flash Crash

Il 6 maggio 2010 viene descritto come il giorno nel quale vengono accesi i riflettori sul fenomeno dell'HFT, il quale fino a quel giorno era rimasto nascosto ai molti. Quel giorno, infatti, il mercato azionario americano subisce un rapidissimo declino e una successiva ripresa, tale evento prende il nome di Flash Crash.

Il Flash Crash, anche definito come effetto palla di neve, è un fenomeno caratterizzato da un'improvvisa, e alla volta immotivata, discesa dei prezzi, alla quale segue nel giro dei minuti immediatamente successivi una ripresa. La motivazione associata a tale crollo è identificata nel raggiungimento di un grosso ordine di vendita, al quale gli HF traders hanno risposto fornendo liquidità al mercato.

Sono le 14.32 americane di giovedì 6 maggio 2010, quando Dow Jones Industrial Average, Nasdaq e S&P 500 improvvisamente subiscono un ampio crollo, che porta a toccare il -9%. Un trader di un Mutual Fund americano, infatti, inviò 75.000 E-mini futures S&P 500, per un valore di circa 4.1 miliardi di dollari, attraverso l'utilizzo di un algoritmo automatizzato, programmato per alimentare gli ordini nel mercato E-mini di giugno 2010, che aveva specifiche solamente di volume e non di prezzo o tempo. Di conseguenza, le società HFT, che avevano acquistato precedentemente tali contratti, reagirono immediatamente generando una catena, definita come "hot potato effect". Tale situazione prevede, infatti, che le società HFT continuassero a vendere amplificando le spirali ribassiste. Si stima infatti che nell'arco di 15 secondi, tra le 14:45:13 e le 14:45:27 siano stati negoziati più di 27.000 contratti, pari a circa il 49% del volume di trading.

---

<sup>29</sup> Euronext N.V. è il principale mercato finanziario e borsa valori pan-europeo nell'Eurozona con più di 1 300 titoli quotati

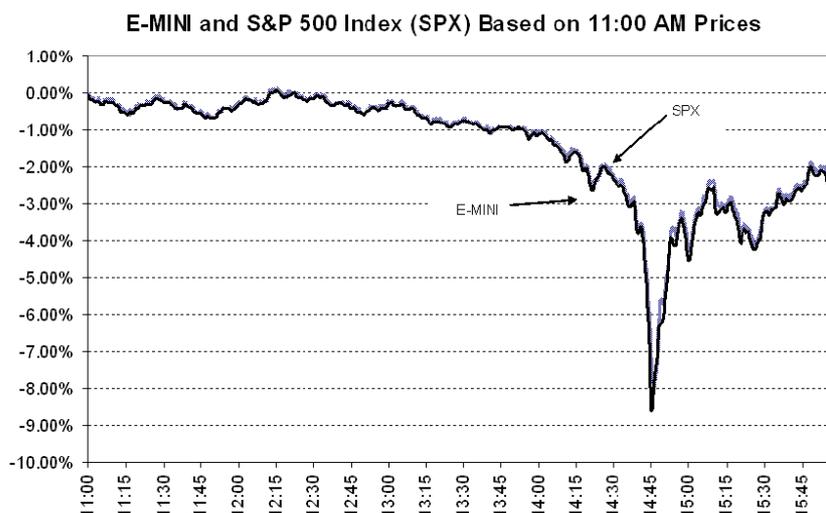


Figura 6: Grafico lineare con variazione percentuale del future E-mini dell'indice S&P500 06/05/2010

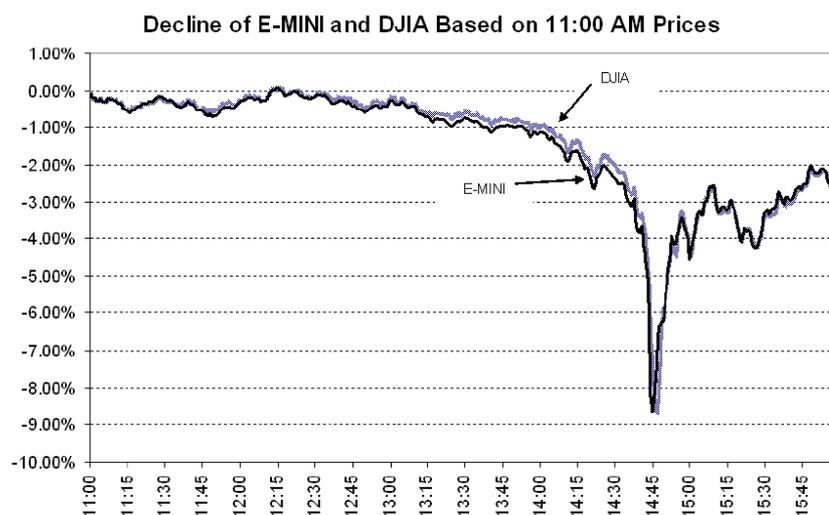


Figura 7: Grafico lineare con variazione percentuale del future E-mini dell'indice Dow Jones 06/05/2010

Fonte: Bloomberg

Come è possibile vedere nelle Figure 6 e 7, il picco, in termini negativi, viene raggiunto alle 14:45:27, con una perdita che si stima sia stata intorno al trilione di dollari. Alle 14:45:28 vengono sospese le contrattazioni per 5 secondi, col fine di fermare la caduta dei prezzi, che, una volta riaperte le contrattazioni, si riallineano ai livelli pre-Flash. Un report del SEC, del 30 settembre 2010, menzionò come, all'apice della caduta dell'indice, ci fu una notevole influenza delle strategie aggressive dell'HFT, cosa che ha portato una notevole lente d'ingrandimento da parte delle autorità sulla disciplina, come vedremo nel capitolo terzo.

## Capitolo 2 – Indicatori e Modelli Predittivi dell’HFT

### 2.1 Premessa

Il presente capitolo è volto ad analizzare gli indicatori tecnici e i modelli predittivi facendone una digressione nell’ottica high frequency. Ci soffermeremo in particolare, per quanto riguarda i primi, agli indicatori di trend, ovvero quelli che mostrano la tendenza del mercato verso un determinato trend, indicatori di momentum, ovvero gli indicatori che permettono di determinare l’inizio di una tendenza o un’inversione di trend, e gli indicatori di volatilità, ovvero gli indicatori che hanno come obiettivo la determinazione dell’oscillazione del prezzo. Per quanto riguarda i modelli predittivi invece, ci focalizzeremo sul modello autoregressivo integrato a media mobile (ARIMA), il quale pone la sua attenzione sull’analisi delle serie storiche.

### 2.2 Indicatori di Trend

Gli indicatori di trend hanno come obiettivo quello di mettere in luce le tendenze di mercato attraverso la stima della direzione e della forza del trend. Sono fondamentali per comprendere l’andamento di mercato nelle sue diverse forme, che possono avere natura rialzista o ribassista. Tra gli indicatori di trend più comuni troviamo la convergenza e divergenza di medie mobili (MACD), il quale consente di calcolare la differenza tra le medie mobili esponenziali su periodi diversi, l’average directional index (ADX), il quale quantifica la forza del trend e le sue possibili inversioni, e infine l’indicatore a medie mobile semplice (SMA) che tratteremo più approfonditamente nel prossimo paragrafo.

#### 2.1.1 Media Mobile Semplice (SMA)

La media mobile semplice o Simple Moving Average (SMA) non è altro che la media aritmetica dei prezzi di chiusura. Essa viene calcolata sommando i prezzi di chiusura di N periodi di tempo e dividendo il risultato che si ottiene per N.

$$SMA = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N C_i$$

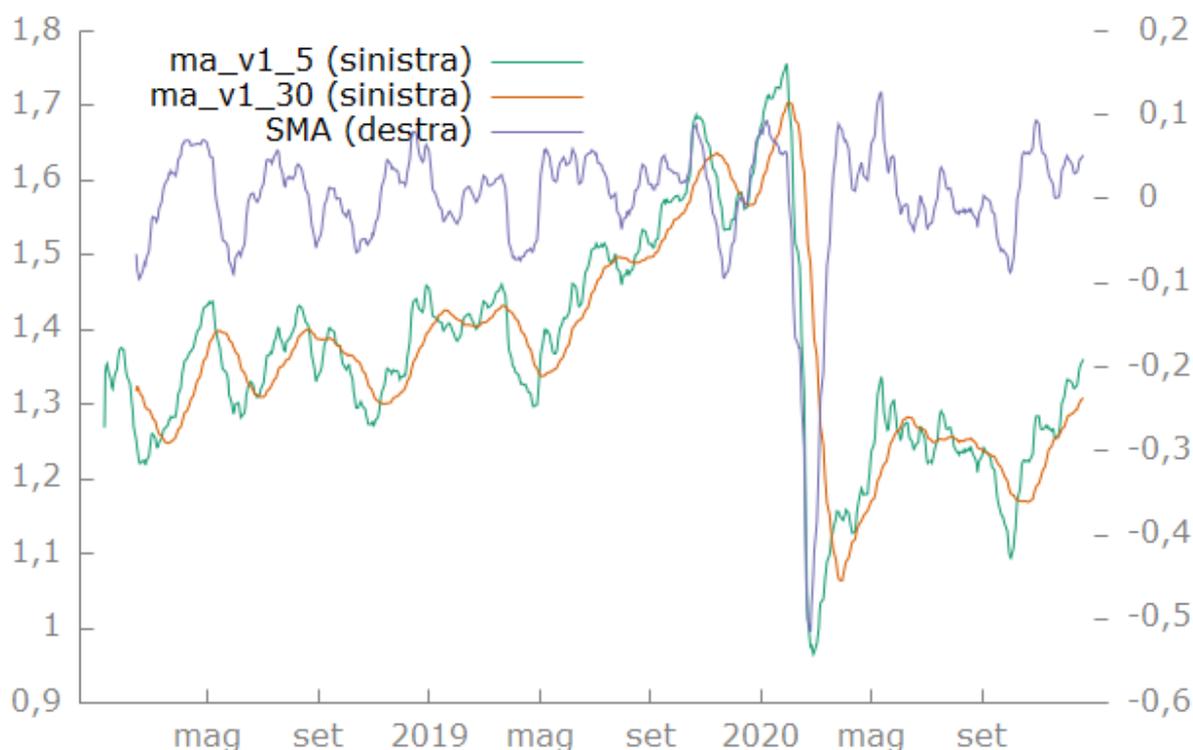


Figura 8: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020

In particolare, come è possibile vedere in Figura 8 per alcuni titoli, e come vedremo nei risultati dell'analisi empirica su 39 indici del mibtel (Figure 9-42), posti alla fine di questo capitolo, l'utilizzo della media mobile semplice consente di fare una stima della differenza tra la media mobile nel breve periodo (ma\_v1\_5) dell'indice A2AMI e la media mobile di lungo periodo (ma\_v1\_30) di tale indice. Attraverso l'utilizzo di due medie mobili, una lenta e una veloce, è possibile analizzare l'incrocio tra le due medie. Infatti, quando la media più veloce, ovvero generata da un periodo minore, incrocia al rialzo quella più lenta verrà generato un suggerimento d'acquisto; viceversa, quando quella più lenta sarà tagliata al ribasso da quella più veloce si avrà un suggerimento di vendita.

## 2.2 Indicatori di Momentum

Gli indicatori di momentum sono indicatori che aiutano gli operatori di mercato a identificare la velocità del movimento dei prezzi confrontandoli nel corso del tempo. In tal modo è infatti possibile determinare l'inizio di una nuova tendenza o un'imminente inversione di tale trend. Questi oscillatori misurano la velocità di movimento di prezzo

o volume e in questo senso sono utili per mettere in luce situazioni di *ipercomprato* o *ipervenduto*, ovvero situazione rispettivamente di forte crescita o di diminuzione del prezzo.

Tutti gli indicatori di momentum presentano caratteristiche simili, ne menzioneremo quattro:

- 1) Ogni oscillatore può essere impostato con settaggi diversi, solitamente il periodo di riferimento è 14 giorni;
- 2) I vari oscillatori vengono settati con i prezzi di chiusura;
- 3) I segnali sui grafici di lungo periodo hanno più importanza di quelli sui grafici minori;
- 4) Gli oscillatori sono strumenti secondari, l'unico elemento primario è l'azione del prezzo.

### **2.2.1 Oscillatore Stocastico (SO)**

L'oscillatore stocastico ha la funzione di mettere in relazione i prezzi di chiusura e l'intervallo dei prezzi all'interno del quale i prezzi di chiusura oscillano in un determinato tempo, in poche parole tale oscillatore indica i massimi e minimi del mercato. Tale indicatore è stato introdotto nel 1970 da George Lane, e risulta uno tra gli oscillatori più utilizzati nell'ambito dell'analisi tecnica e nello studio dei grafici. L'oscillatore stocastico è composto da due linee, la %K (fast line), la quale è più sensibile alle variazioni di prezzo, e la linea tratteggiata %D (slow line), che determina i segnali di vendita e acquisto. La linea %K è perciò utilizzata come campanello d'allarme, mentre la %D esprime il vero e proprio segnale di azione. Vi sono tre tipologie di oscillatore stocastico:

- 1) Veloce (Fast), il quale mette in rapporto massimi e minimi di prezzo di un determinato periodo, e traccia %K e %D, che è la media mobile di %K;
- 2) Lento (Slow), in questo caso la linea del valore %K viene disegnata come media mobile a 3 periodi di quella %D; perciò la linea %D è media mobile a 3 periodi della nuova linea %K;
- 3) Completo (Full), in questo caso è possibile impostare numeri di periodi di tempo generali per %K e %D.

I valori dell'oscillatore sono compresi tra 0 e 100, dove valori che superano gli 80 indicano una fase di ipercomprato, mentre valori inferiori al 20 indicano una fase di ipervenduto.

## **2.4 Indicatori di Volatilità**

Gli indicatori di volatilità hanno il compito di misurare l'oscillazione del prezzo, ed in particolare la velocità del movimento dei prezzi. Attraverso questi è possibile stimare il "range" nel quale oscillano i prezzi, fissandone dei limiti superiori e inferiori del movimento del prezzo. Ciò consente di riuscire a entrare e uscire dal mercato nel momento più opportuno. Più il prezzo si muove velocemente, più la volatilità sarà alta e viceversa. Questa si calcola su una serie di dati passati per identificare la tendenza e segnala attraverso la loro analisi l'ipercomprato e l'ipervenduto.

### **2.4.1 Average True Range (ATR)**

L'Average True Range è un indicatore creato da Welles Wilder nel 1978, al fine di misurare la volatilità di un mercato in un preciso arco temporale. L'ATR crea una media, che si basa sul calcolo del "true range", e misura i movimenti di prezzo massimi e minimi di un asset. Esso si basa su un periodo di 14 giorni e può essere calcolato in maniera giornaliera, settimanale o mensile.

La media "true range" è definita in base a tre dati:

- 1) Differenza tra il livello di chiusura massimo e il livello di chiusura più recente;
- 2) Differenza tra il livello minimo corrente e livelli di chiusura più recente;
- 3) Differenza tra il livello massimo corrente e livello minimo corrente.

Esistono inoltre due modalità per sfruttare tale indicatore: prevedere inversioni di trend e fissare il livello di stop-loss. Nel primo caso attraverso la stima della volatilità (con valori molto alti o molto bassi) con l'ausilio dell'ATR è comprensibile determinare il momento di inversione di tendenza. Nel secondo caso invece, l'ATR risulta utile per determinare il momento ideale di uscita dal mercato.

## 2.6 Modelli per Analisi delle Serie Storiche

Per serie storica si intende una successione di dati osservati su un determinato fenomeno, ordinati secondo la variabile tempo (t). Le serie storiche presentano comportamenti ricorrenti in modo che il processo possa essere scisso in parti casuali e parti deterministiche, alla base delle quali è possibile elaborarne una previsione. Esse raccolgono quattro principali componenti:

-Trend: movimento tendenziale monotono di lungo periodo, che mette in evidenza un'evoluzione strutturale del fenomeno dovuta a cause che agiscono in modo sistematico sullo stesso;

-Ciclo: originato dal presentarsi di condizioni, di espansione e contrazione, del contesto economico nel quale si colloca tale fenomeno;

-Stagione: oscillazioni originate da fattori climatici (alternanza delle stagioni) o da fattori di organizzazione sociale;

-Accidentalità o Residuo: è data da movimenti irregolari o accidentali provocati da una serie di circostanze ciascuna di entità trascurabile.

### 2.6.1 Modello Autoregressivo Integrato a Media Mobile

Il modello autoregressivo integrato a media mobile, noto anche come ARIMA, è un modello per analisi delle serie storiche che si comporta come filtro per rimuovere il disturbo dalle serie valori, per visualizzare nitidamente un segnale. Esso si articola in due parti: il modello autoregressivo (AR) e quello a medie mobili (MA). La prima parte utilizza una relazione di dipendenza tra un'osservazione e un certo numero di altre osservazioni ritardate, tale modello viene definito dal parametro p. La parte di media mobile invece, utilizza la dipendenza tra un'osservazione e un errore residuo da un modello a media mobile applicato alle osservazioni ritardate, esso a differenza del precedente è rappresentato dal parametro q. A queste due si aggiunge una *parte integrata*, che permette di gestire la differenza dell'osservazione da un'osservazione nella fase temporale precedente.<sup>30</sup> Tale elemento viene definito dal parametro d.

---

<sup>30</sup> (Govoni)

## 2.7 Dati, Analisi e Risultati

Attraverso l'utilizzo degli indicatori citati nei paragrafi precedenti, è stata effettuata un'analisi empirica con metodi HFT. In particolare, è stata fatta un'analisi di 39 indici mibtel, in un arco di tempo che va dal gennaio 2018 al dicembre 2020, soffermandosi sul calcolo della Media Mobile Semplice (SMA), dell'Oscillatore Stocastico (SO), dell'Average True Range (ATR) e infine è stata effettuata l'analisi delle serie storiche attraverso il Modello Autoregressivo Integrato a Medie Mobili (ARIMA).

Per quanto riguarda il modello a Media Mobile Semplice, è stata effettuata un'analisi che prevede, per ognuno dei 39 titoli analizzati, l'utilizzo dei prezzi di chiusura dei titoli in un arco di tempo di circa tre anni. Attraverso tali prezzi si è impostato un lavoro nel quale è stato analizzato il modello a media mobile suddiviso in due voci distinte da 5 e 30 periodi. Successivamente è stata effettuata la differenza tra le due voci, identificata con il nominativo SMA. È stata inoltre effettuata, attraverso la suddivisione in intervalli annuali, lo studio delle percentuali cumulate dei prezzi al fine di comprendere l'oscillazione negativa, pari a zero o positiva dei prezzi. Di seguito vengono riportati i grafici dell'analisi SMA dei 39 titoli (Figure 9-42) e la tabella con le percentuali cumulate dei prezzi (Tabella 1).

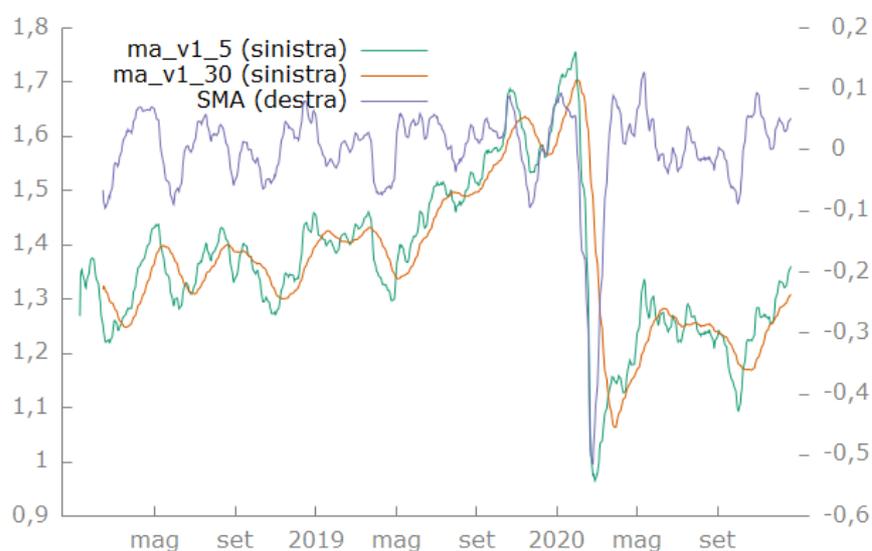


Figura 9: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo A2A.MI

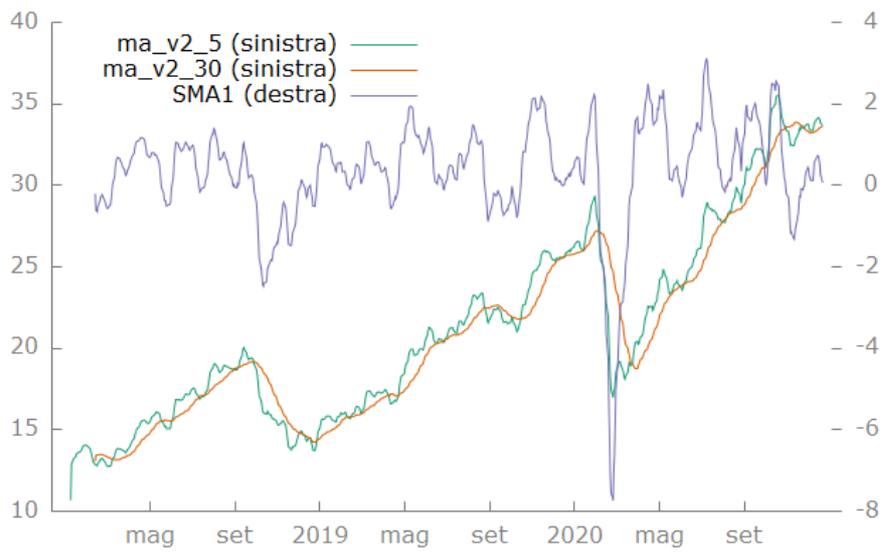


Figura 10: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo AMP.MI



Figura 11: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo ATL.MI

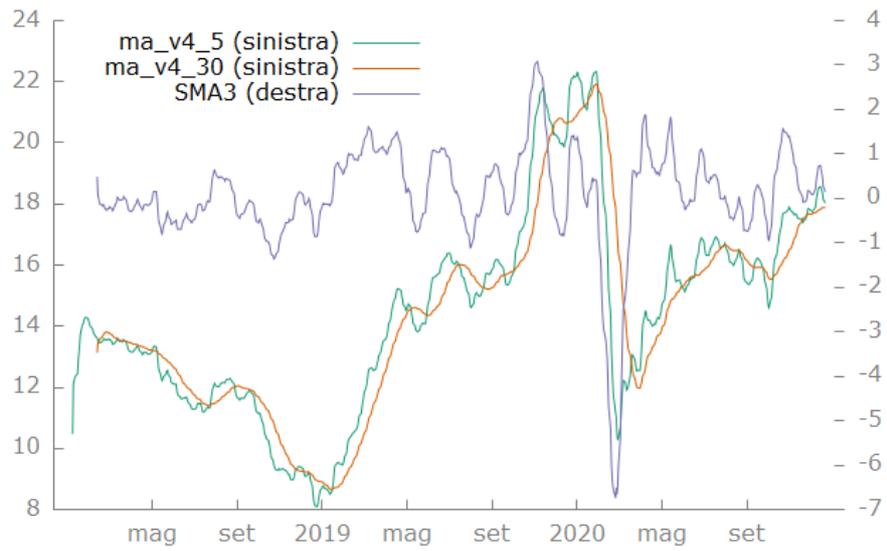


Figura 12: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo AZN.MI

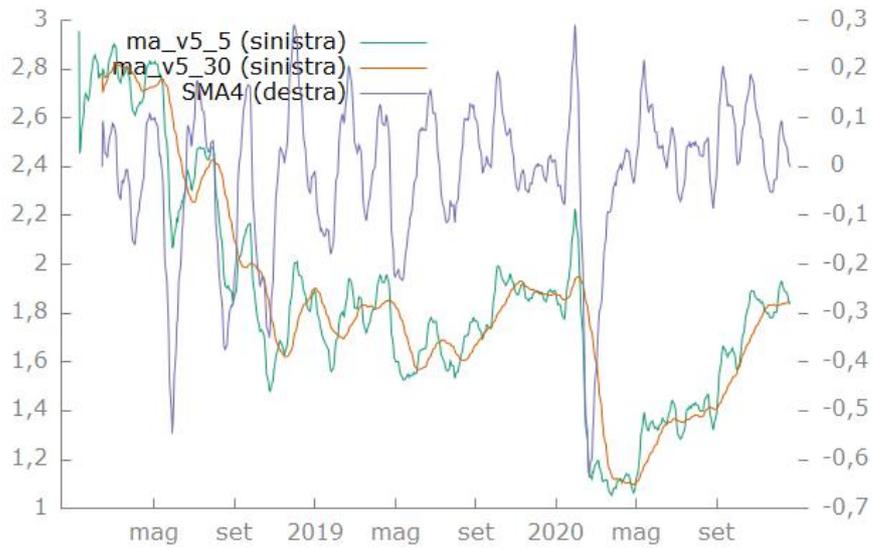


Figura 13: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo BAM.MI

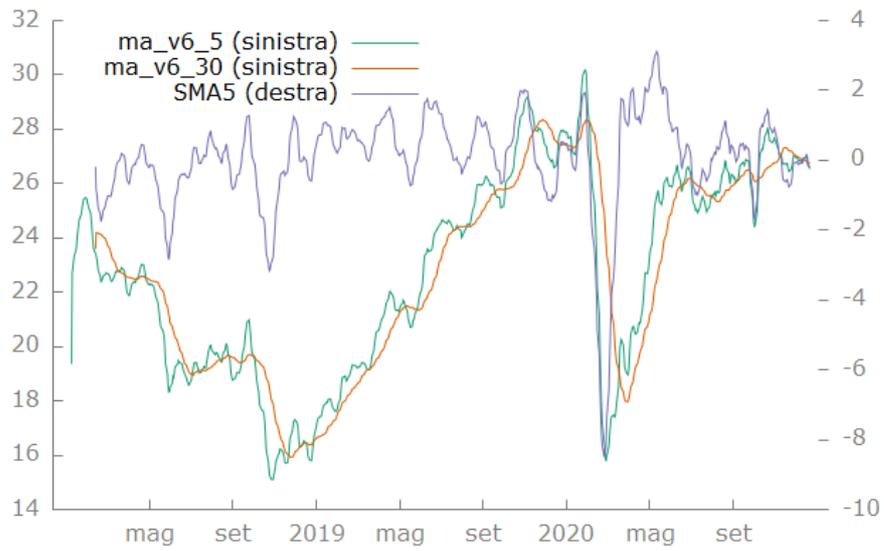


Figura 14: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo BGN.MI

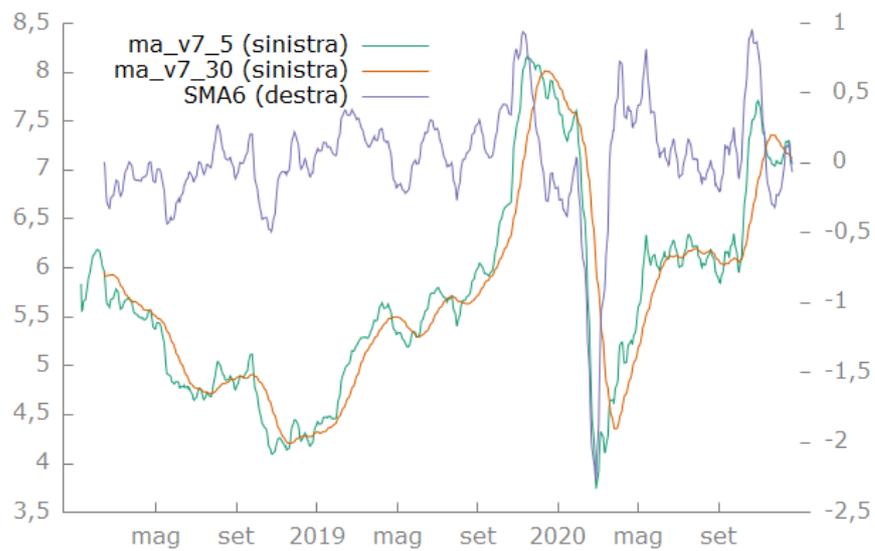


Figura 15: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo BMED.MI

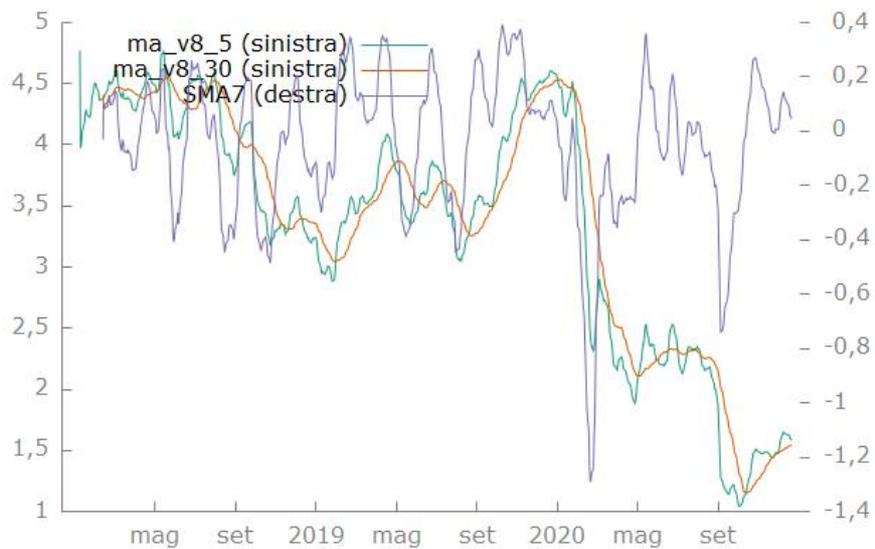


Figura 16: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo BPE.MI

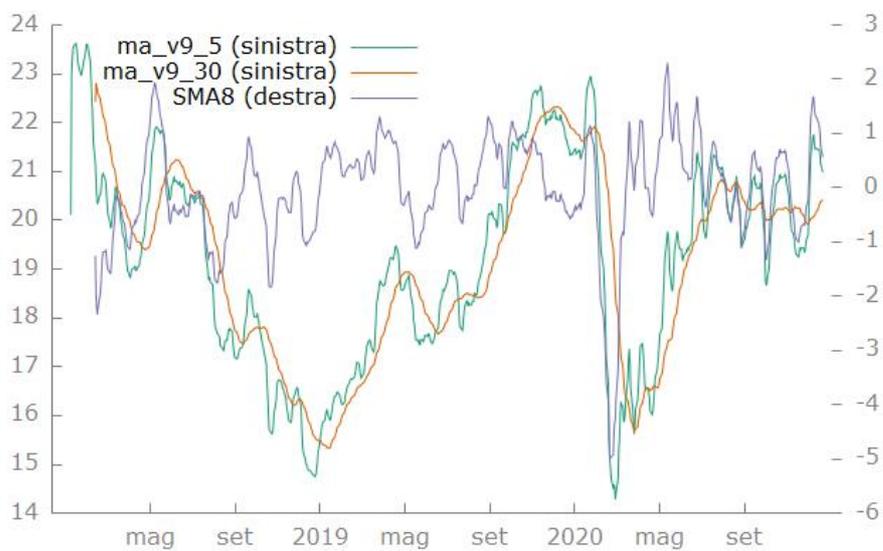


Figura 17: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo BZU.MI

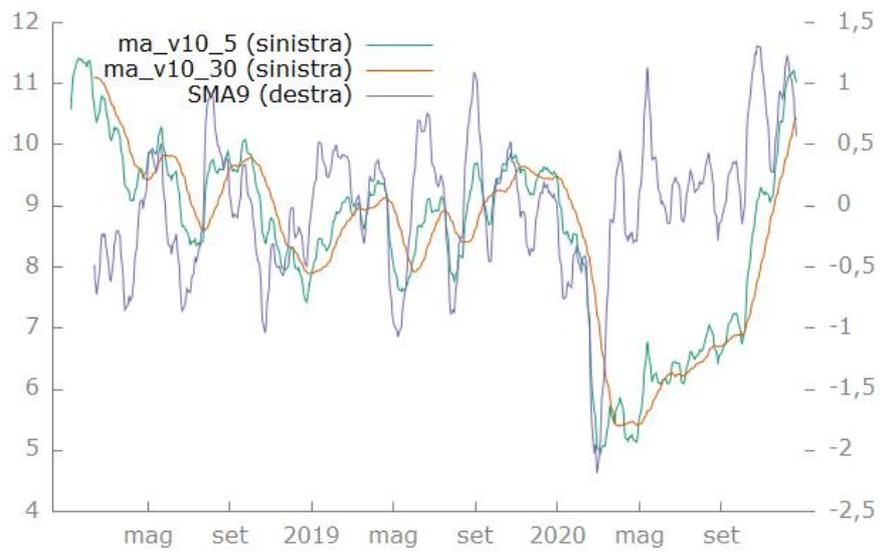


Figura 18: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo CNH.MI

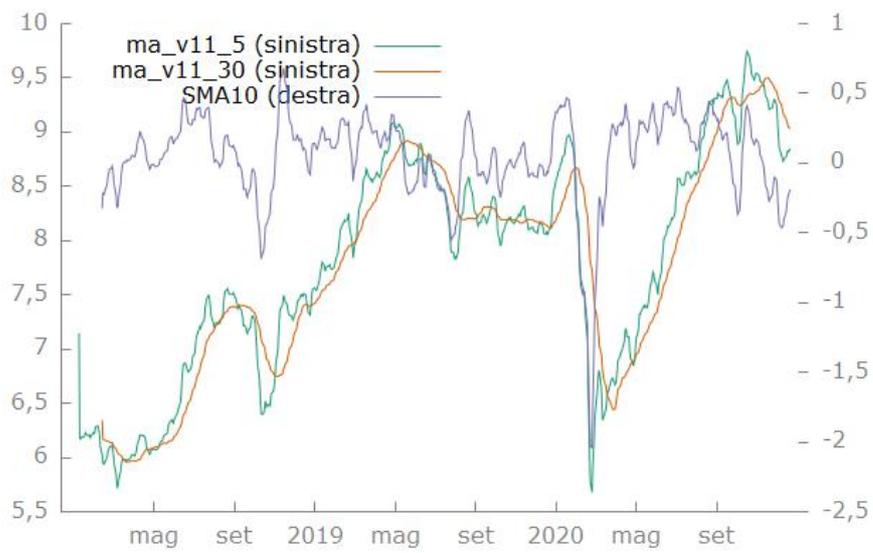


Figura 19: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo CPR.MI

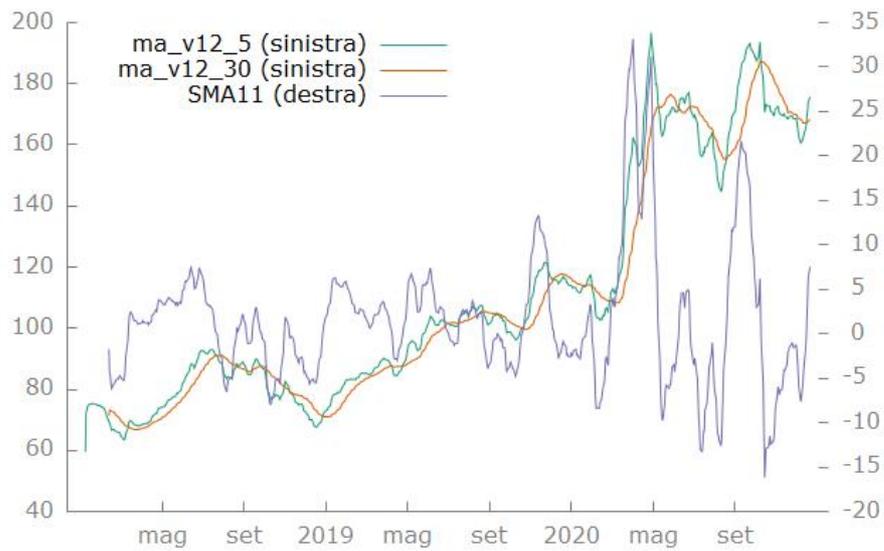


Figura 20: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo DIA.MI

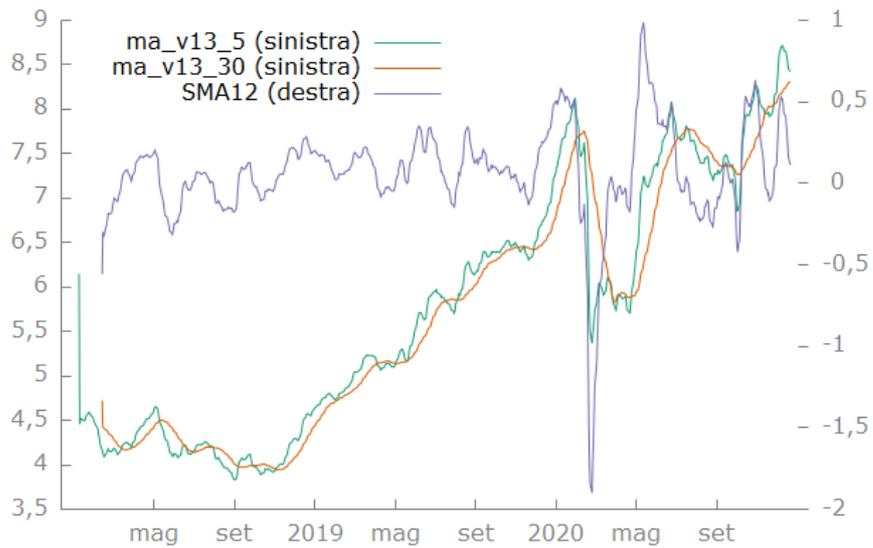


Figura 21: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo ENEL.MI

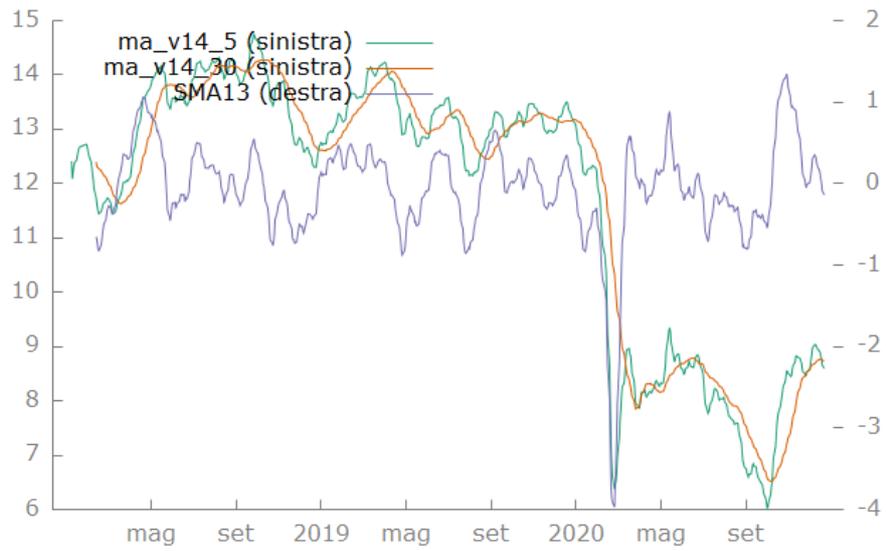


Figura 22: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo ENI.MI

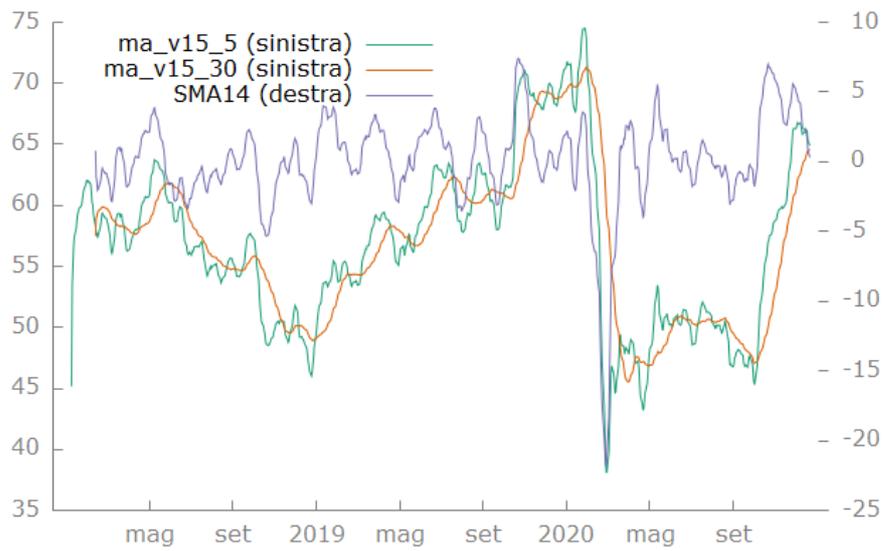


Figura 23: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo EXO.MI

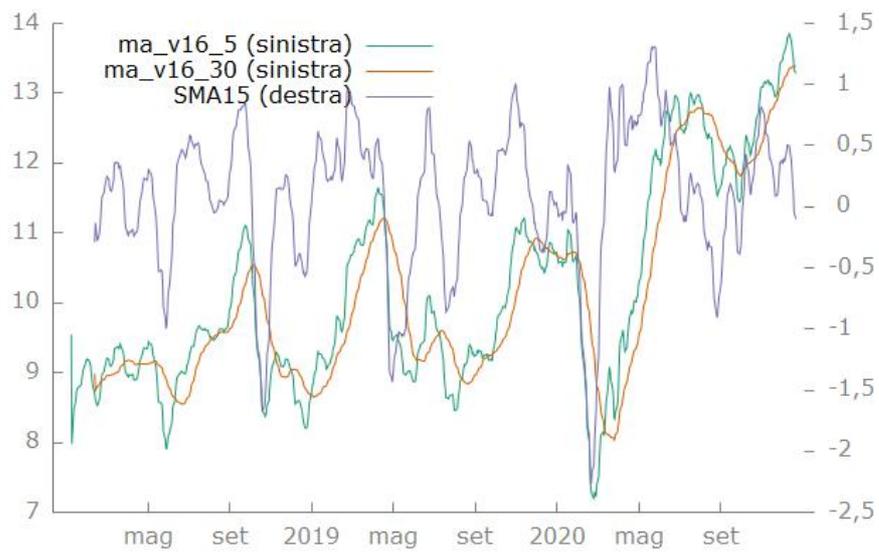


Figura 24: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo FBK.MI

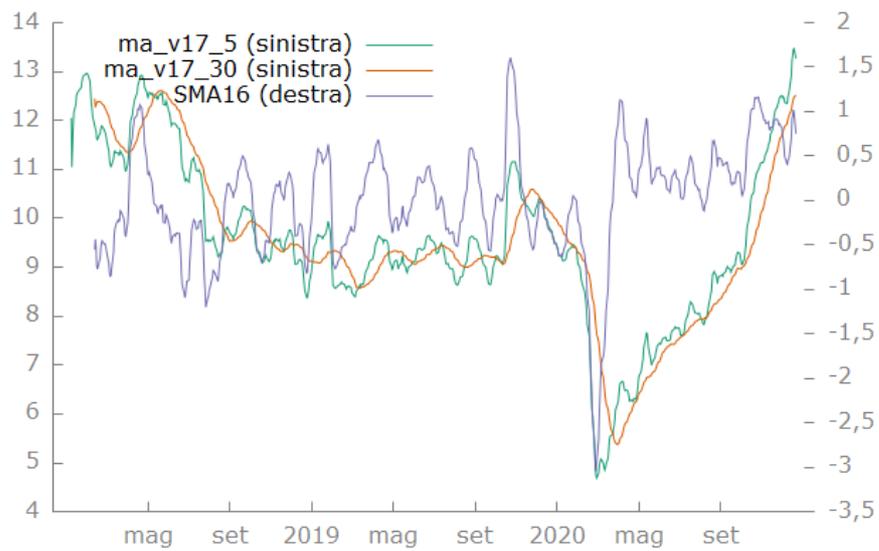


Figura 25: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo FCA.MI

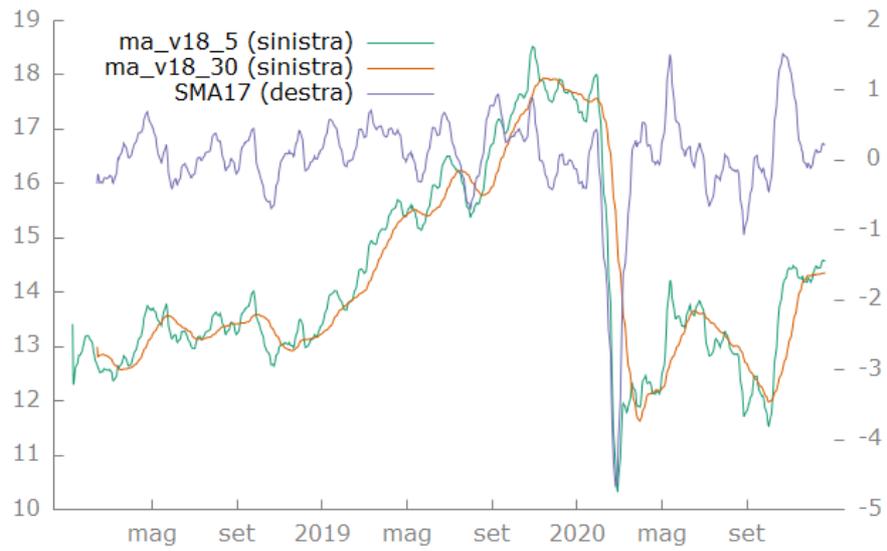


Figura 26: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo G.MI

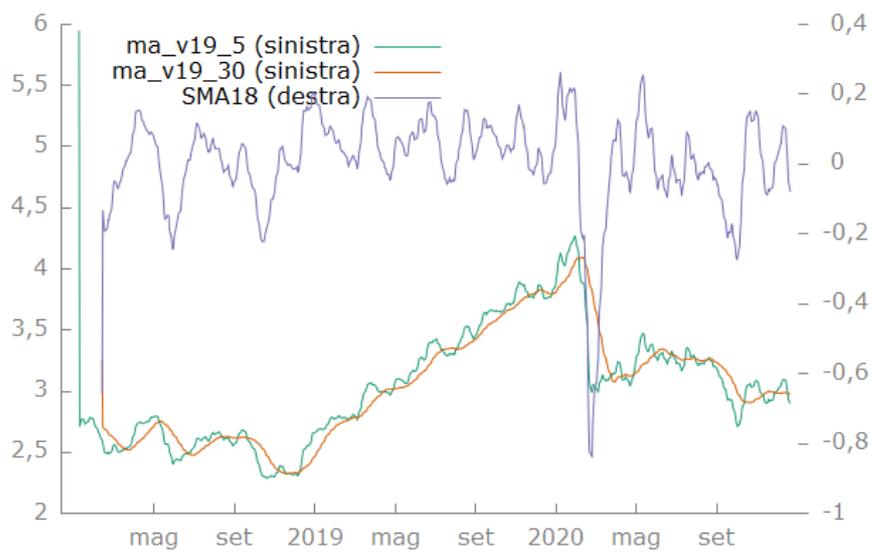


Figura 27: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo HER.MI

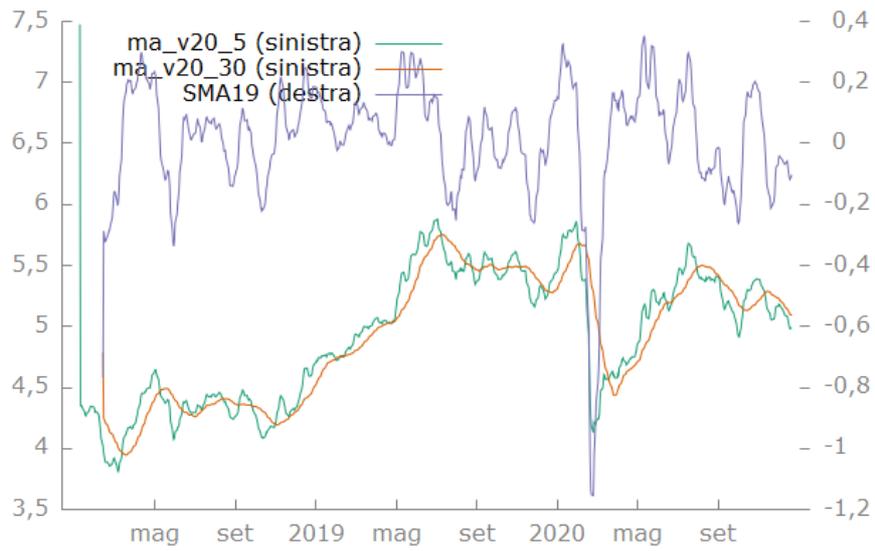


Figura 28: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo IG.MI

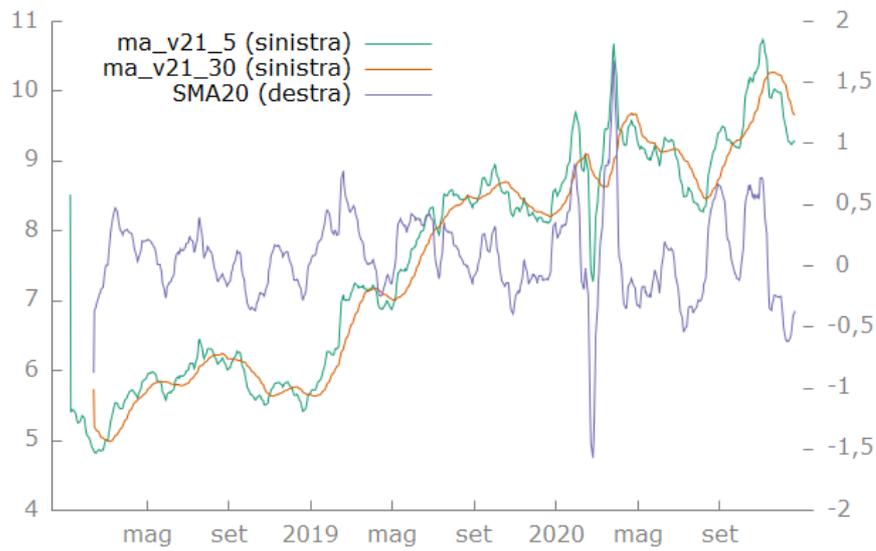


Figura 29: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo INW.MI

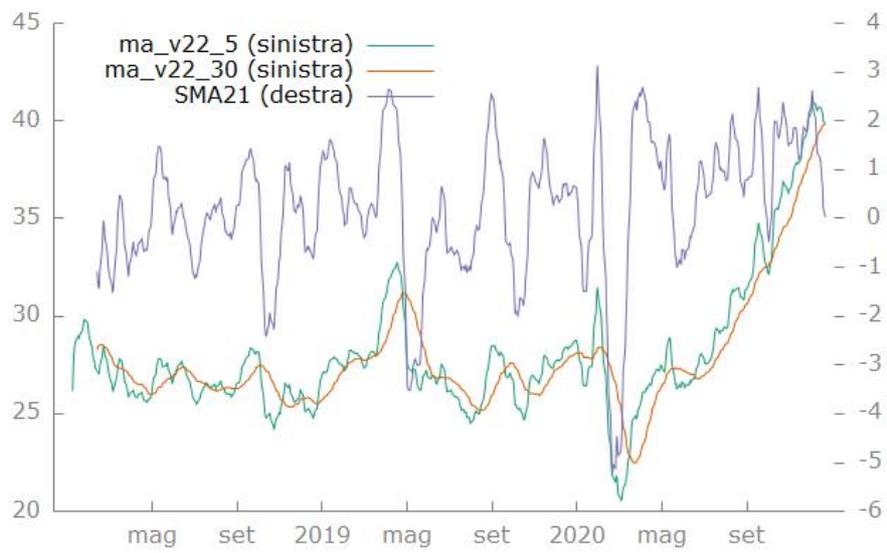


Figura 30: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo IP.MI

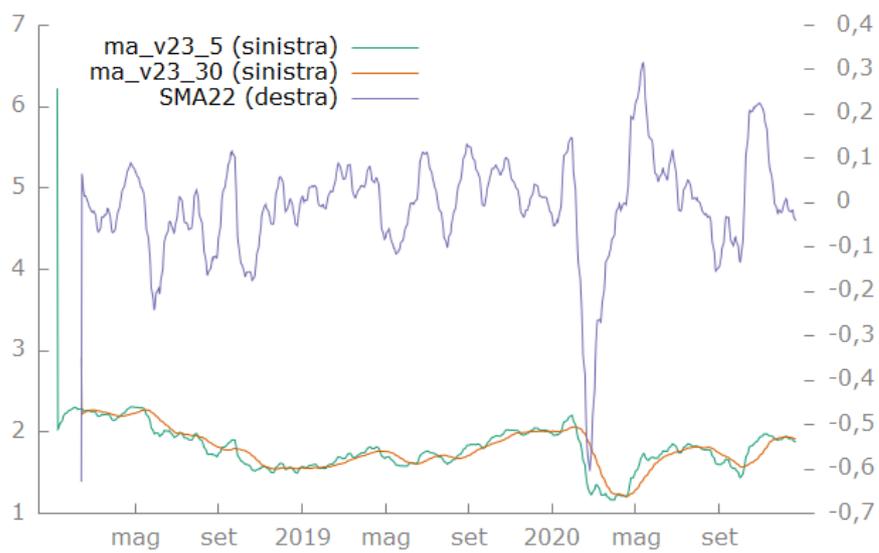


Figura 31: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo ISP.MI

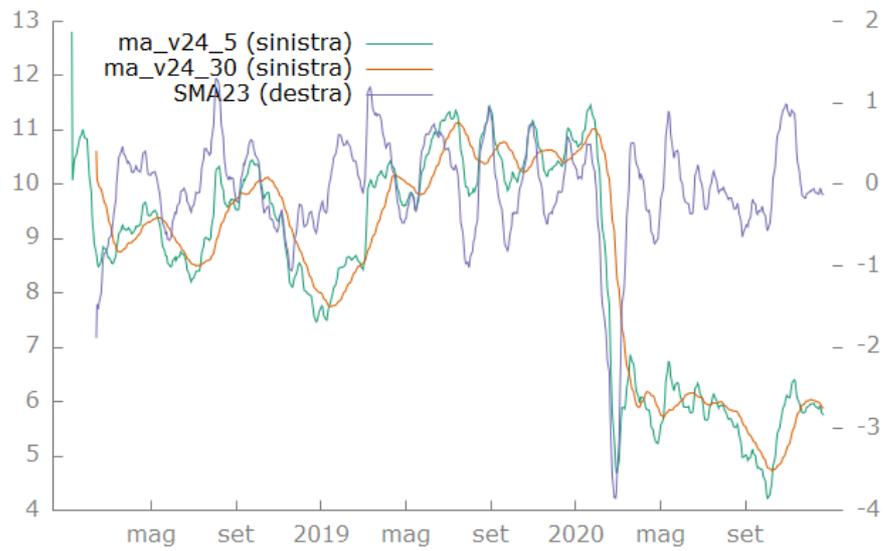


Figura 32: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo LDO.MI

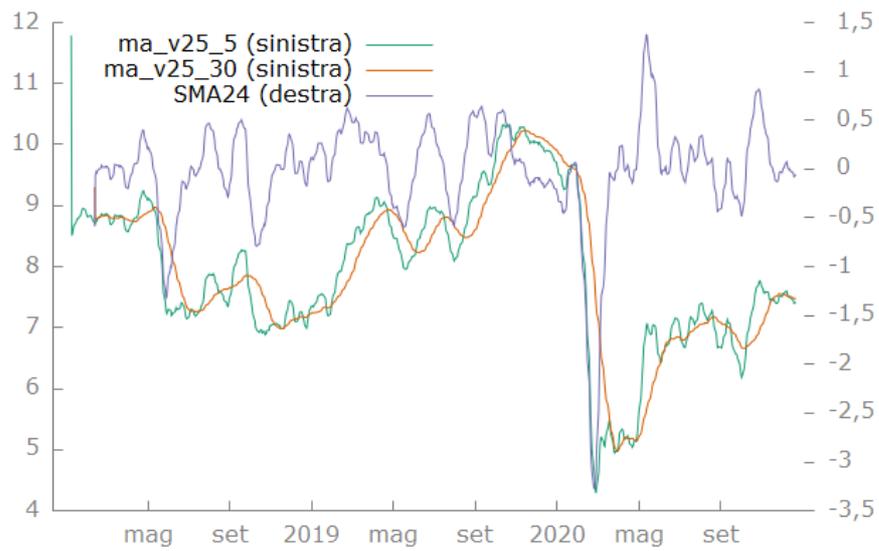


Figura 33: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo MB.MI

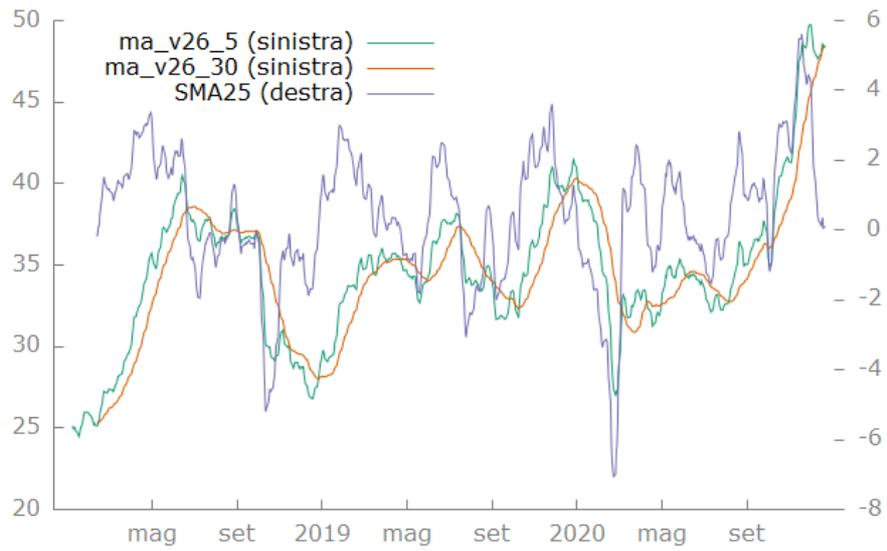


Figura 34: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo MONC.MI

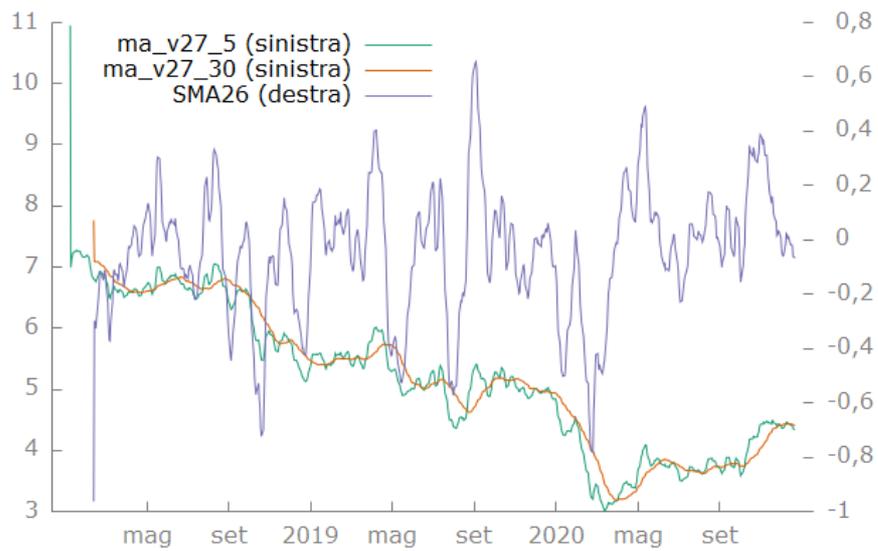


Figura 35: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo PIRC.MI

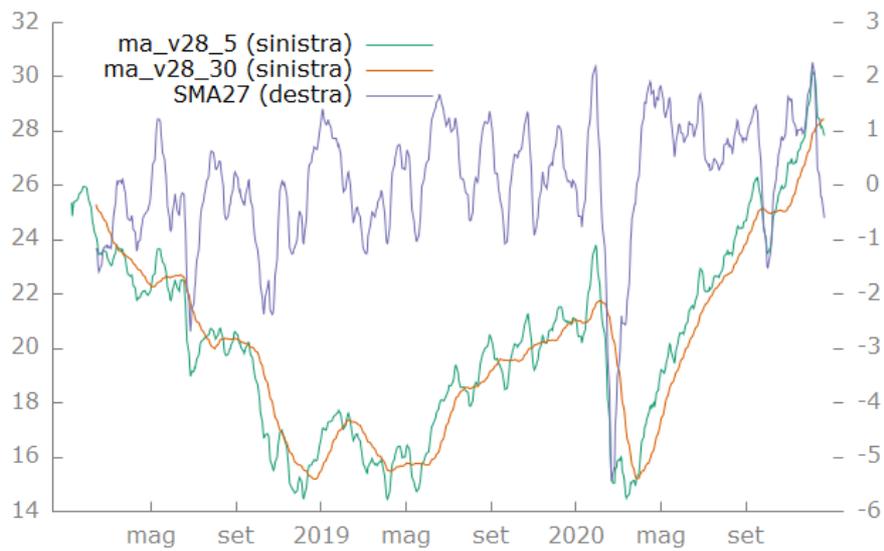


Figura 36: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo PRY.MI

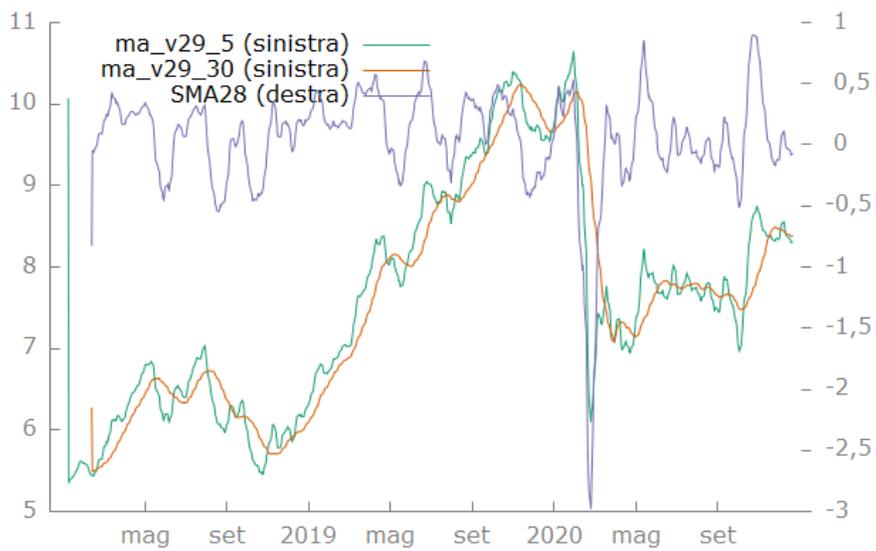


Figura 37: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo PST.MI

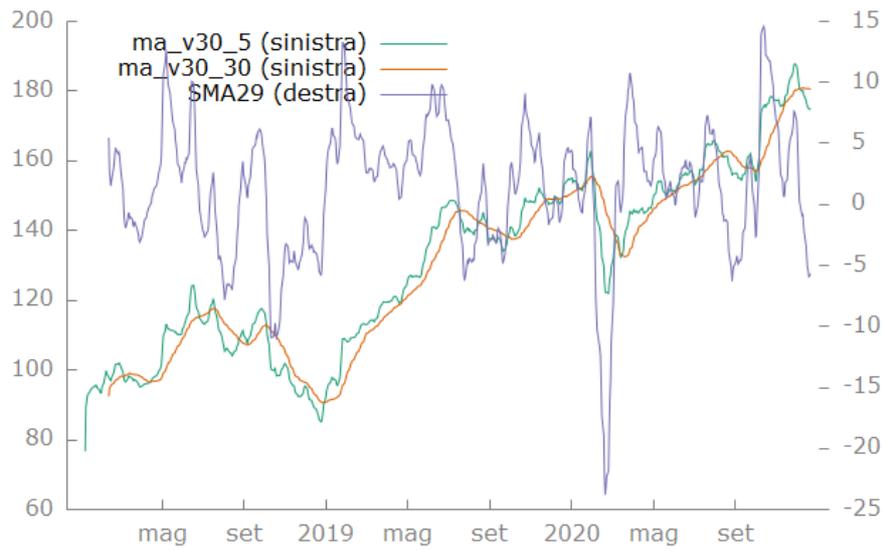


Figura 38: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo RACE.MI

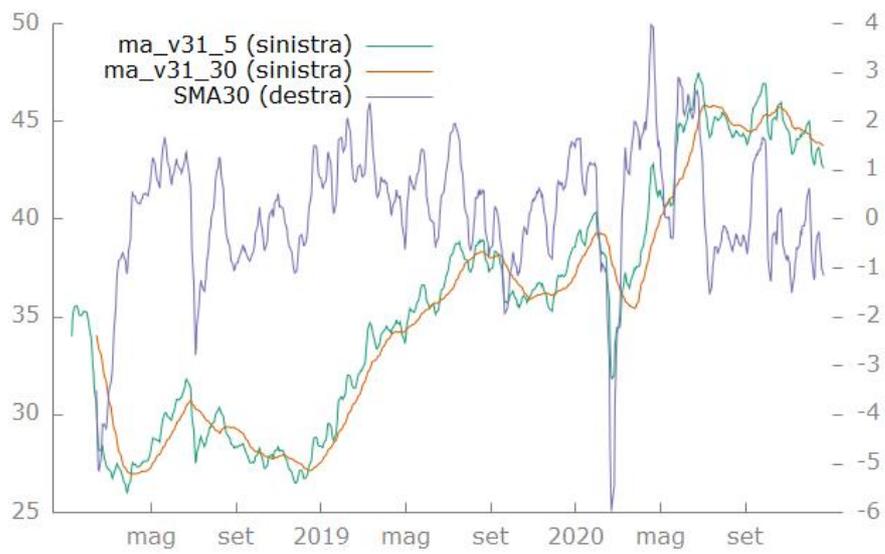


Figura 39: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo REC.MI

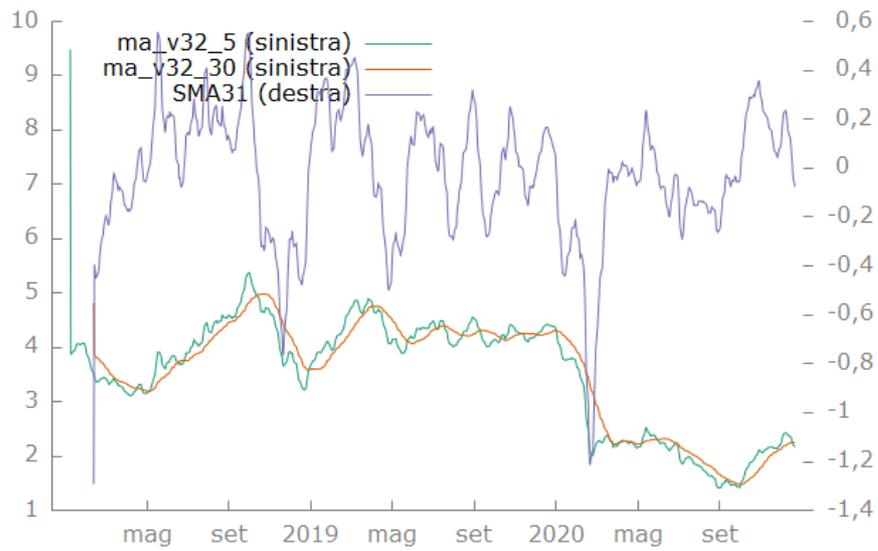


Figura 40: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo SPM.MI

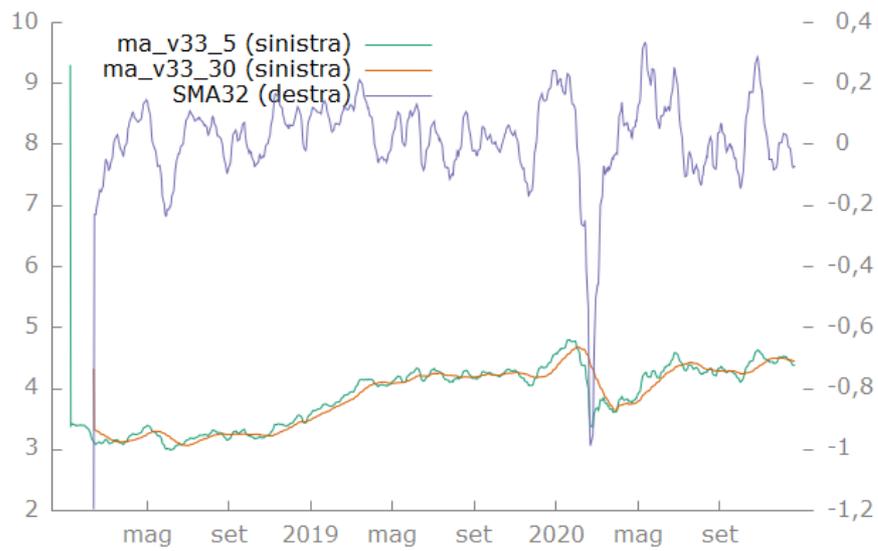


Figura 41: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo SRG.MI

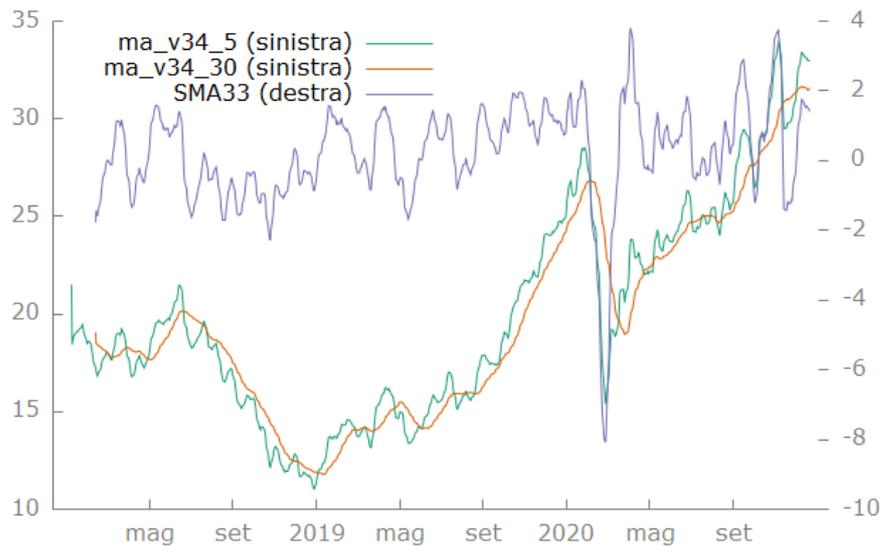


Figura 42: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo STM.MI

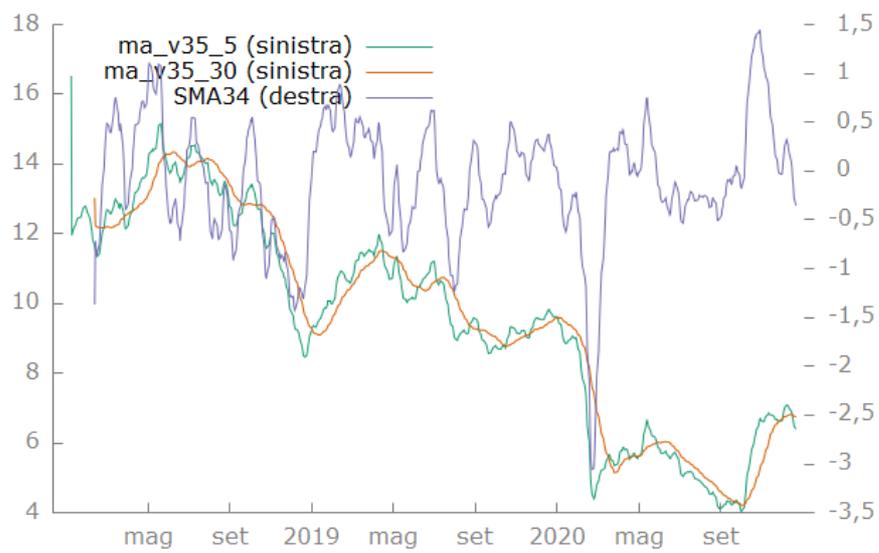


Figura 43: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo TEN.MI

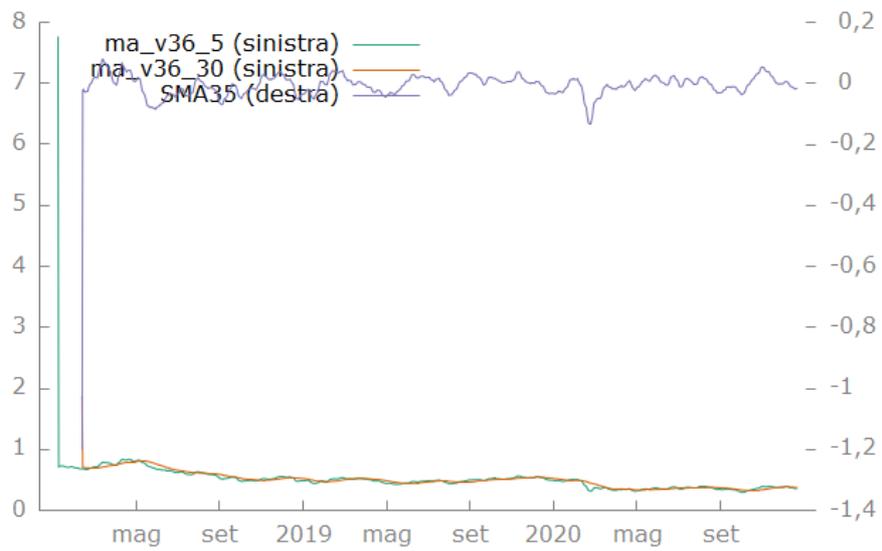


Figura 44: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo TIT.MI

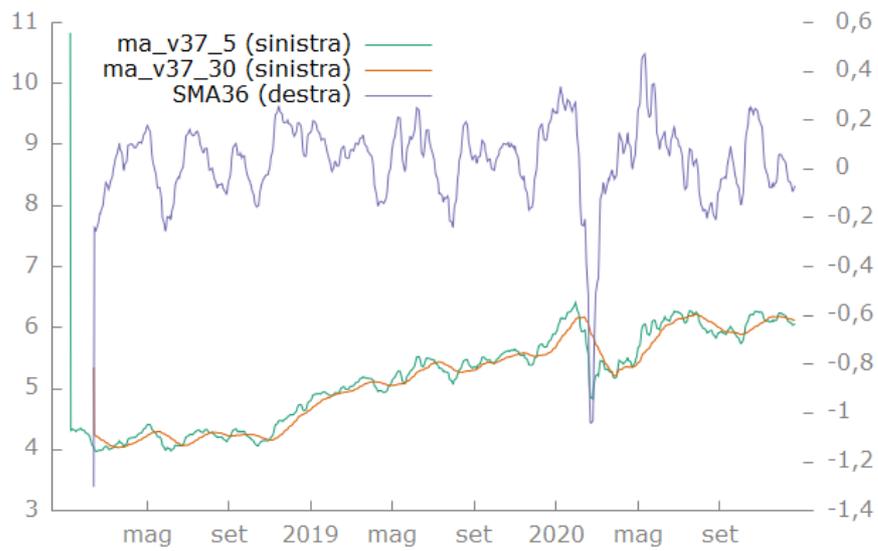


Figura 45: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo TRN.MI

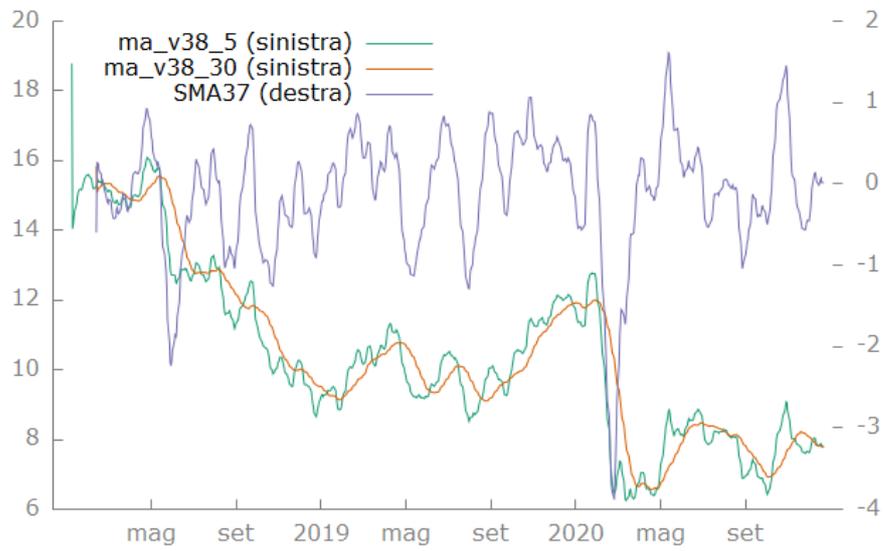


Figura 46: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo UCG.MI

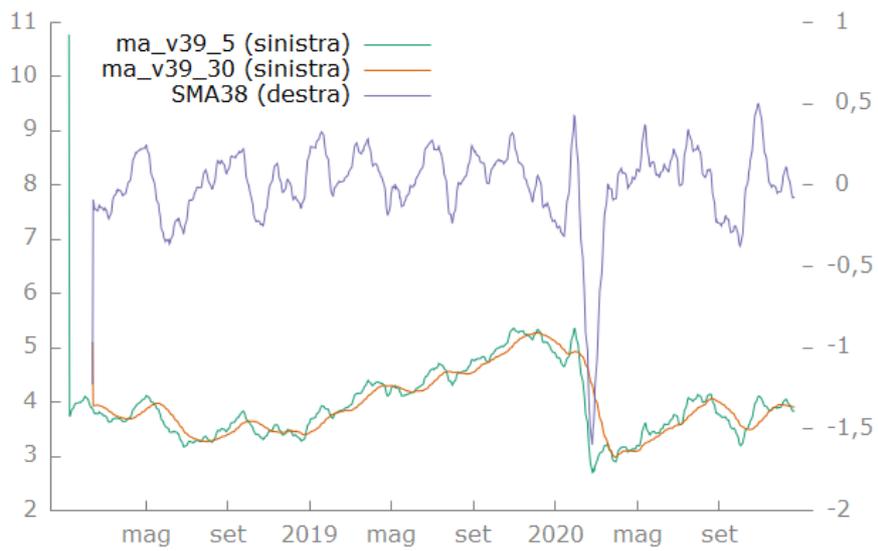


Figura 47: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo UNI.MI

Idx	I anno	I anno	I anno	II anno	II anno	II anno	III anno	III anno	III anno
-	Pr1	Pr2-Pr1	Pr3	Pr1	Pr2-Pr1	Pr3	Pr1	Pr2-Pr1	Pr3
SMA	41,13%	7,79%	51,08%	28,35%	9,58%	62,07%	20,08%	30,71%	49,21%
SMA1	37,23%	12,55%	50,22%	16,48%	9,19%	74,33%	16,93%	25,98%	57,09%
SMA2	48,05%	28,14%	23,81%	35,63%	11,11%	53,26%	20,08%	29,92%	50,00%
SMA3	64,50%	16,89%	18,61%	27,97%	8,43%	63,60%	23,23%	32,28%	44,49%
SMA4	41,99%	15,15%	42,86%	35,25%	15,32%	49,43%	34,25%	33,86%	31,89%
SMA5	55,41%	21,21%	23,38%	28,35%	9,58%	62,07%	18,90%	27,56%	53,54%
SMA6	65,80%	16,88%	17,32%	18,01%	8,43%	73,56%	33,86%	33,46%	32,68%
SMA7	47,19%	12,12%	40,69%	26,82%	3,07%	70,11%	55,51%	21,66%	22,83%
SMA8	77,49%	6,06%	16,45%	25,67%	7,66%	66,67%	39,37%	22,83%	37,80%
SMA9	61,47%	9,09%	29,44%	29,12%	13,03%	57,85%	36,61%	17,72%	45,67%
SMA10	24,24%	23,38%	52,38%	39,08%	11,88%	49,04%	27,95%	8,66%	63,39%
SMA11	41,13%	8,22%	50,65%	29,89%	7,66%	62,45%	54,72%	7,48%	37,80%
SMA12	35,06%	15,59%	49,35%	12,26%	8,81%	78,93%	21,26%	31,50%	47,24%
SMA13	49,35%	6,93%	43,72%	35,63%	9,58%	54,79%	31,50%	32,28%	36,22%
SMA14	59,31%	10,82%	29,87%	33,33%	9,58%	57,09%	42,91%	24,02%	33,07%
SMA15	33,33%	11,69%	54,98%	26,44%	8,04%	65,52%	26,38%	18,11%	55,51%
SMA16	59,31%	7,36%	33,33%	50,57%	13,80%	35,63%	18,50%	13,00%	68,50%
SMA17	39,83%	14,72%	45,45%	21,46%	13,79%	64,75%	48,03%	33,86%	18,11%
SMA18	46,32%	25,54%	28,14%	14,94%	5,37%	79,69%	52,36%	18,90%	28,74%
SMA19	32,47%	14,28%	53,25%	24,14%	10,73%	65,13%	43,31%	12,20%	44,49%
SMA20	36,36%	11,69%	51,95%	32,57%	11,11%	56,32%	49,21%	13,39%	37,40%
SMA21	51,52%	16,01%	32,47%	34,87%	12,26%	52,87%	25,98%	5,91%	68,11%
SMA22	59,31%	23,81%	16,88%	30,65%	13,03%	56,32%	28,35%	29,92%	41,73%
SMA23	48,48%	10,39%	41,13%	30,65%	9,58%	59,77%	37,80%	33,07%	29,13%
SMA24	35,93%	33,77%	30,30%	33,33%	6,13%	60,54%	30,71%	45,27%	24,02%
SMA25	31,17%	23,38%	45,45%	24,90%	5,75%	69,35%	38,19%	12,60%	49,21%
SMA26	52,38%	16,88%	30,74%	49,81%	22,60%	27,59%	46,06%	22,44%	31,50%
SMA27	70,13%	12,12%	17,75%	31,03%	12,65%	56,32%	22,83%	8,27%	68,90%
SMA28	27,71%	7,79%	64,50%	19,54%	6,51%	73,95%	38,58%	34,65%	26,77%
SMA29	43,29%	11,69%	45,02%	16,48%	5,36%	78,16%	27,17%	25,59%	47,24%
SMA30	51,95%	16,02%	32,03%	20,69%	8,43%	70,88%	23,62%	28,35%	48,03%
SMA31	46,32%	13,42%	40,26%	31,42%	7,28%	61,30%	59,45%	18,11%	22,44%
SMA32	15,58%	32,90%	51,52%	29,50%	10,73%	59,77%	15,75%	30,71%	53,54%
SMA33	67,10%	8,66%	24,24%	15,71%	9,19%	75,10%	32,68%	23,23%	44,09%
SMA34	59,31%	4,33%	36,36%	34,48%	9,20%	56,32%	26,38%	36,22%	37,40%
SMA35	10,39%	77,49%	12,12%	37,93%	15,33%	46,74%	45,67%	23,62%	30,71%
SMA36	37,23%	27,71%	35,06%	22,61%	6,89%	70,50%	40,94%	22,45%	36,61%
SMA37	63,64%	12,98%	23,38%	30,65%	7,28%	62,07%	44,88%	30,32%	24,80%
SMA38	54,11%	20,78%	25,11%	23,75%	13,41%	62,84%	37,40%	36,22%	26,38%

Tabella 1

In Tabella 1 sono riportate per le differenze SMA dei 39 titoli, la proporzione temporale in cui tale indicatore è minore di zero (Pr1), pari a zero (Pr2-Pr1) e maggiore di zero (Pr3), per ognuno

dei tre anni di analisi del fenomeno. Le percentuali consentono di comprendere quante volte la media più veloce, ovvero generata da un periodo minore, ha incrociato al rialzo quella più lenta generando un suggerimento d'acquisto (Pr3); viceversa, quando quella più lenta è stata tagliata al ribasso da quella più veloce generando un suggerimento di vendita (Pr1).

Soffermandoci, invece, sull'Oscillatore Stocastico e sull'Average True Range, ne sono stati calcolati i valori attraverso l'utilizzo dei prezzi di chiusura dei 39 titoli nell'arco dei tre anni e con un intervallo di 14 giorni. In Tabella 2 si riportano i valori per alcuni titoli (A2A.MI, AMP.MI, ATL.MI).

T	T	A2A.MI	SO	ATR	AMP.MI	SO	ATR	ATL.MI	SO	ATR
22/01/2018	14	1,4	100,0	0,1	14,0	100,0	1,0	25,5	92,2	1,0
09/02/2018	28	1,2	0,0	0,2	12,6	0,0	1,6	22,9	1,2	2,3
01/03/2018	42	1,2	21,6	0,1	12,7	7,0	0,7	23,3	32,6	1,6
21/03/2018	56	1,3	100,0	0,1	13,8	85,7	1,2	23,8	24,2	3,0
12/04/2018	70	1,4	92,7	0,1	15,1	100,0	1,8	25,2	100,0	2,1
03/05/2018	84	1,4	89,2	0,1	15,8	100,0	0,6	26,4	100,0	1,3
23/05/2018	98	1,3	8,5	0,1	14,9	0,0	1,4	24,9	0,0	1,7
12/06/2018	112	1,3	29,2	0,1	16,9	89,9	2,6	23,4	37,8	2,0
02/07/2018	126	1,3	57,3	0,1	17,6	100,0	0,9	24,0	64,5	0,9
20/07/2018	140	1,4	81,8	0,1	17,2	51,2	0,9	24,3	69,1	0,8
09/08/2018	154	1,5	100,0	0,1	18,3	32,9	1,7	24,3	42,9	1,0
30/08/2018	168	1,3	0,0	0,1	18,7	40,0	0,6	17,4	0,0	6,5
19/09/2018	182	1,4	58,2	0,1	19,5	56,3	1,7	17,5	92,6	1,0
09/10/2018	196	1,4	48,0	0,1	16,7	0,0	3,0	16,7	0,0	1,4
29/10/2018	210	1,3	27,2	0,1	16,0	55,6	0,9	17,1	75,8	0,5
16/11/2018	224	1,4	91,9	0,1	14,3	0,0	1,5	17,5	73,5	0,8
06/12/2018	238	1,3	59,4	0,1	14,9	86,6	1,5	17,0	0,0	1,1
02/01/2019	252	1,4	85,6	0,1	13,7	27,4	1,8	17,6	100,0	0,7
22/01/2019	266	1,4	54,7	0,1	15,9	96,1	1,8	19,2	100,0	1,3
11/02/2019	280	1,4	15,1	0,1	16,2	81,7	0,9	19,6	5,5	0,9
01/03/2019	294	1,4	53,6	0,0	16,4	100,0	1,0	20,5	86,5	0,7
21/03/2019	308	1,4	100,0	0,0	17,4	92,2	1,7	21,5	87,8	0,9
10/04/2019	322	1,4	1,5	0,1	17,4	78,1	0,7	22,4	97,1	1,0
03/05/2019	336	1,3	0,0	0,1	16,8	30,8	1,1	22,8	66,5	1,6
23/05/2019	350	1,4	68,8	0,1	20,3	95,9	2,4	22,1	30,6	0,8
12/06/2019	364	1,4	96,2	0,1	20,0	83,1	0,8	23,2	93,7	1,4
02/07/2019	378	1,5	87,1	0,1	20,5	24,4	1,6	23,0	38,7	2,2
22/07/2019	392	1,5	73,4	0,1	21,5	98,4	1,3	23,6	21,7	1,4
09/08/2019	406	1,5	0,0	0,1	21,9	86,4	1,3	24,2	100,0	1,7
30/08/2019	420	1,5	68,7	0,1	23,2	83,8	1,6	22,2	0,0	1,7

19/09/2019	434	1,5	58,8	0,1	22,4	44,7	2,4	21,5	25,5	4,2
09/10/2019	448	1,6	76,5	0,1	21,7	26,0	1,5	21,4	47,3	1,5
29/10/2019	462	1,6	100,0	0,1	21,7	75,6	1,6	21,9	25,0	0,7
18/11/2019	476	1,7	68,3	0,1	24,9	100,0	2,5	22,5	49,3	0,7
06/12/2019	490	1,5	2,3	0,1	26,0	78,1	1,6	20,3	28,0	2,4
02/01/2020	504	1,6	39,8	0,1	25,6	70,6	1,0	20,2	0,0	2,0
22/01/2020	518	1,7	91,1	0,1	26,8	100,0	1,2	20,9	52,3	1,3
11/02/2020	532	1,7	98,5	0,1	28,2	100,0	2,7	22,8	86,3	2,0
02/03/2020	546	1,5	0,0	0,3	24,5	0,0	5,4	19,0	0,0	3,9
20/03/2020	560	1,0	1,3	0,6	18,5	27,5	8,2	12,2	25,4	9,2
09/04/2020	574	1,1	31,5	0,1	19,2	75,9	2,2	13,0	88,6	2,6
04/05/2020	588	1,1	78,4	0,1	20,6	67,1	3,5	13,9	66,9	3,2
22/05/2020	602	1,2	57,8	0,1	23,0	83,7	1,4	14,0	94,5	0,8
11/06/2020	616	1,2	49,6	0,1	22,9	0,0	2,1	13,8	0,0	2,2
01/07/2020	630	1,3	51,3	0,1	23,8	30,3	1,1	14,2	0,0	0,9
22/07/2020	644	1,3	92,6	0,1	26,1	92,2	1,9	14,4	87,0	3,5
11/08/2020	658	1,3	89,6	0,1	28,3	65,7	3,6	14,4	100,0	1,0
31/08/2020	672	1,2	24,6	0,1	27,9	39,3	1,1	13,3	0,0	1,4
21/09/2020	686	1,2	0,0	0,1	28,9	39,1	2,4	13,0	0,0	2,6
09/10/2020	700	1,2	34,7	0,1	31,9	100,0	3,1	13,5	56,7	0,8
29/10/2020	714	1,1	0,0	0,1	30,6	22,1	2,3	13,0	0,0	2,3
18/11/2020	728	1,2	91,2	0,1	35,5	85,5	3,7	14,8	63,1	2,0
08/12/2020	742	1,3	79,0	0,1	32,6	12,6	2,1	15,5	69,7	0,9
30/12/2020	756	1,3	89,1	0,1	34,0	100,0	1,5	14,7	43,4	1,3
21/01/2021	770	1,4	100,0	0,1	33,9	71,9	1,7	13,3	0,0	1,0

Tabella 2

Come è possibile vedere nelle Tabelle 3 e 4, sono stati inoltre calcolati i massimi dei due indicatori. Sulla sinistra troviamo la tabella riguardante l'Oscillatore Stocastico (SO), il quale per quanto riguarda il periodo di massimo, visibile sotto la voce delle frequenze cumulate, avrà sempre un valore pari a 100, in quanto ogni titolo ha assunto nell'arco dei tre anni il massimo, invece, sotto la voce di frequenze relative sono riportate le percentuali in cui tale indicatore è risultato nell'arco dei tre anni maggiore di zero. Sulla destra della pagina è invece visibile il calcolo dei massimi per l'Average True Range (ATR) dei 39 titoli.

Intervallo		P.medio	Frequenza	Rel.	Cum.
>=	98,077	100	129	16,93%	100%
>=	98,077	100	164	21,59%	100%
>=	98,077	100	118	15,49%	100%
>=	98,077	100	163	21,39%	100%
>=	98,077	100	123	16,14%	100%
>=	98,077	100	156	20,47%	100%
>=	98,077	100	157	20,60%	100%
>=	98,077	100	145	19,03%	100%
>=	98,077	100	128	16,80%	100%
>=	98,077	100	140	18,37%	100%
>=	98,077	100	160	21,00%	100%
>=	98,077	100	184	24,15%	100%
>=	98,077	100	182	23,88%	100%
>=	98,077	100	138	18,11%	100%
>=	98,077	100	136	18,35%	100%
>=	98,077	100	176	23,10%	100%
>=	98,077	100	151	19,82%	100%
>=	98,077	100	181	23,75%	100%
>=	98,077	100	157	20,60%	100%
>=	98,077	100	144	18,90%	100%
>=	98,077	100	139	18,24%	100%
>=	98,077	100	151	19,82%	100%
>=	98,077	100	140	18,37%	100%
>=	98,077	100	137	18,94%	100%
>=	98,077	100	138	18,11%	100%
>=	98,077	100	143	18,77%	100%
>=	98,077	100	86	11,29%	100%
>=	98,077	100	170	22,31%	100%
>=	98,077	100	184	24,15%	100%
>=	98,077	100	159	20,87%	100%
>=	98,077	100	139	18,24%	100%
>=	98,077	100	121	15,88%	100%
>=	98,077	100	152	19,95%	100%
>=	98,077	100	158	20,73%	100%
>=	98,077	100	119	15,62%	100%
>=	98,077	100	109	14,30%	100%
>=	98,077	100	161	21,13%	100%
>=	98,077	100	118	15,49%	100%
>=	98,077	100	167	21,92%	100%

titolo	MAX ATR
A2A.MI	0,7
AMP.MI	10,0
ATL.MI	10,3
AZM.MI	8,4
BAMI.MI	1,1
BGN.MI	10,5
BMED.MI	2,8
BPE.MI	1,9
BZU.MI	6,9
CNHI.MI	3,2
CPR.MI	2,5
DIA.MI	55,0
ENEL.MI	2,9
ENI.MI	5,2
EXO.MI	28,2
FBK.MI	3,1
FCA.MI	4,0
G.MI	5,5
HER.MI	1,4
IG.MI	1,6
INW.MI	2,3
IP.MI	9,1
ISP.MI	0,8
LDO.MI	4,3
MB.MI	4,0
MONC.MI	9,5
PIRC.MI	1,3
PRY.MI	8,2
PST.MI	4,2
RACE.MI	39,2
REC.MI	11,3
SPM.MI	1,6
SRG.MI	1,5
STM.MI	10,9
TEN.MI	3,9
TIT.MI	0,2
TRN.MI	1,6
UCG.MI	5,0
UNI.MI	2,1

Tabella 3 e 4

Infine, una volta differenziate le serie, ovvero calcolando le differenze prime, è stato stimato, attraverso il modello ARIMA, un processo di Media Mobile (MA\_1). In tal modo, infatti, è stato possibile stimare la significatività del coefficiente di regressione e la presenza di radici complesse e coniugate. Di seguito vengono riportati i grafici dei residui stimati per i 39 titoli (Figure 48-52).

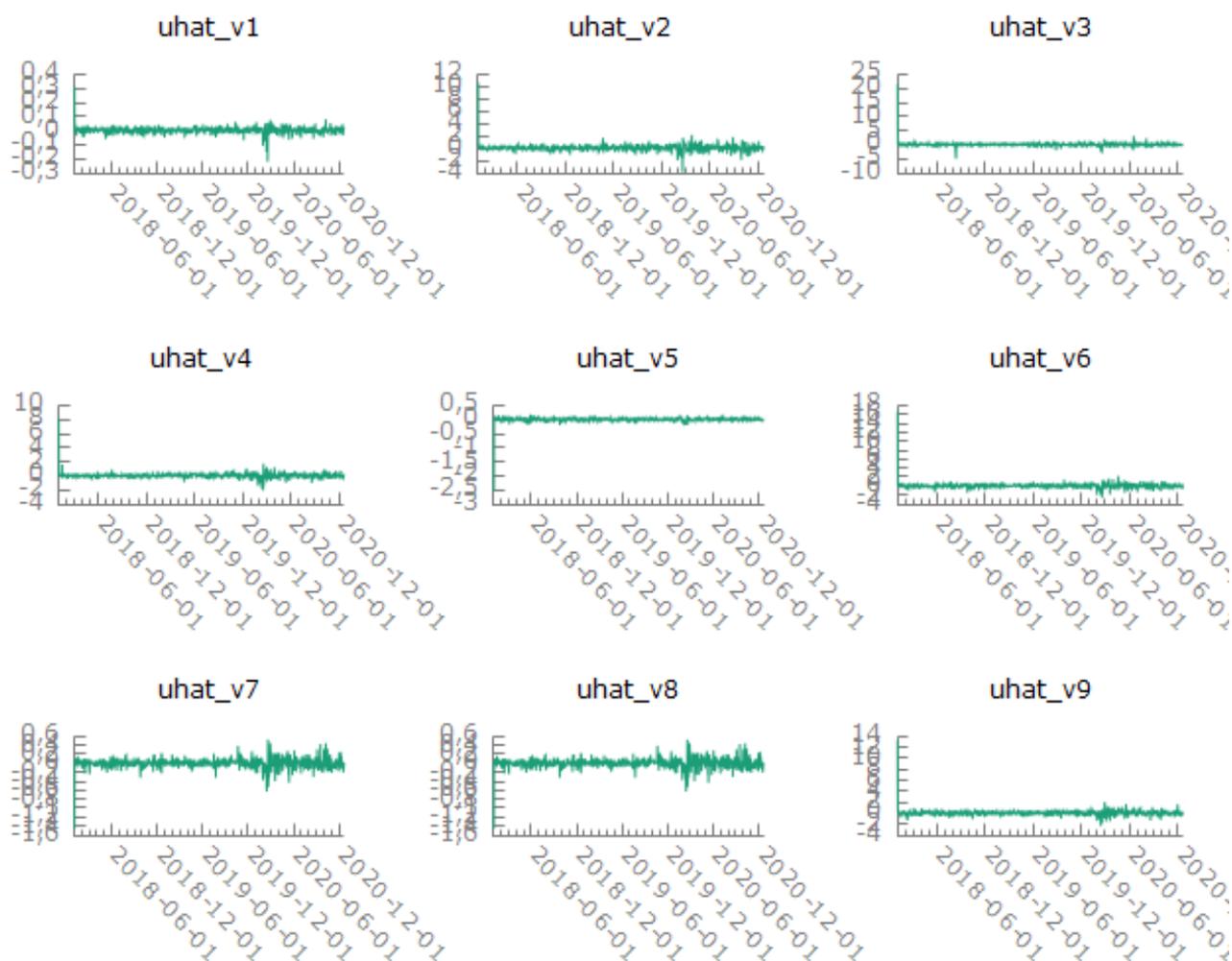


Figura 48: Grafici dei residui (MA\_1) per i titoli 1-9

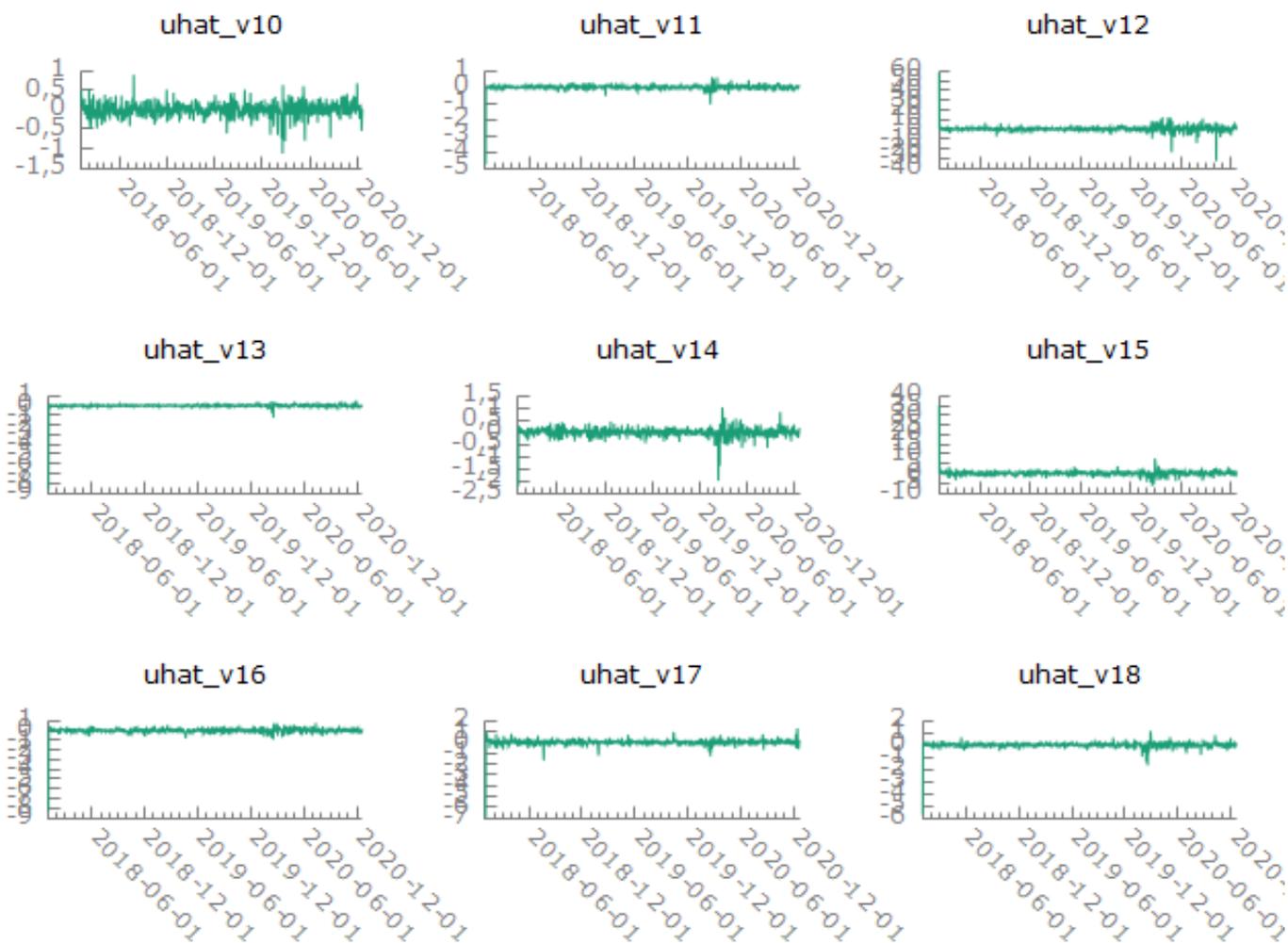


Figura 49: Grafici dei residui (MA\_1) per i titoli 10-18

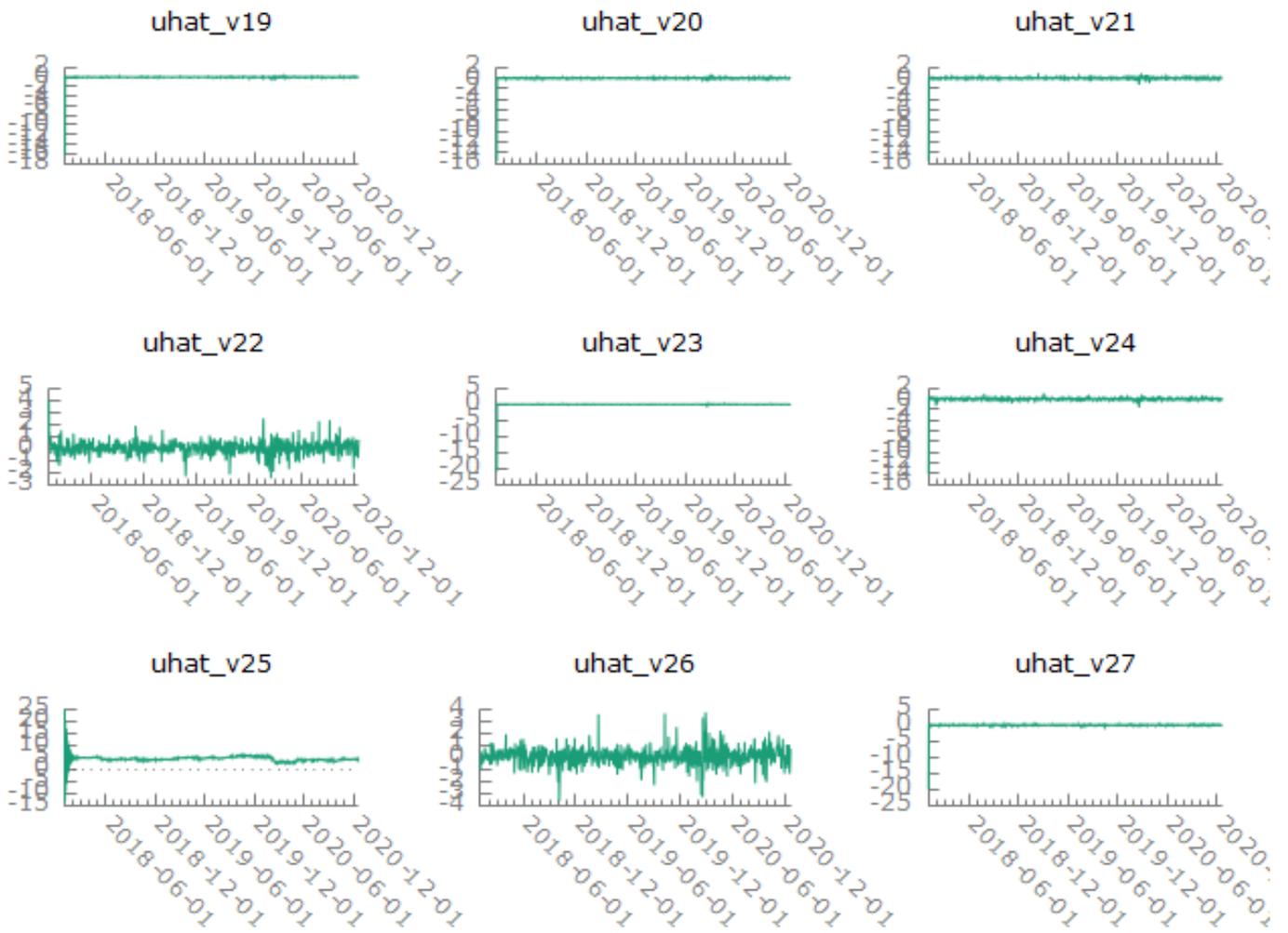


Figura 50: Grafici dei residui (MA\_1) per i titoli 19-27

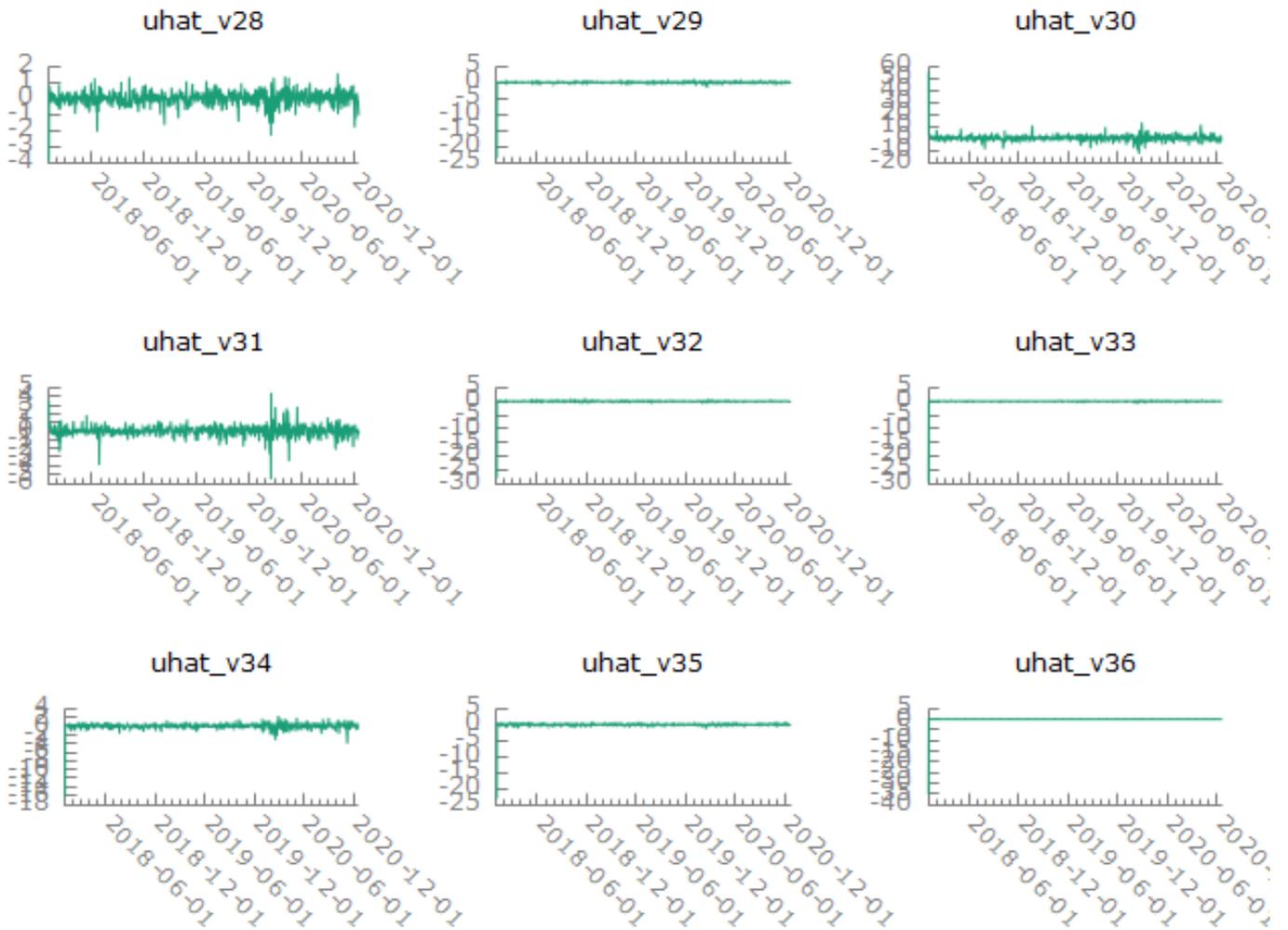


Figura 51: Grafici dei residui (MA\_1) per i titoli 28-36

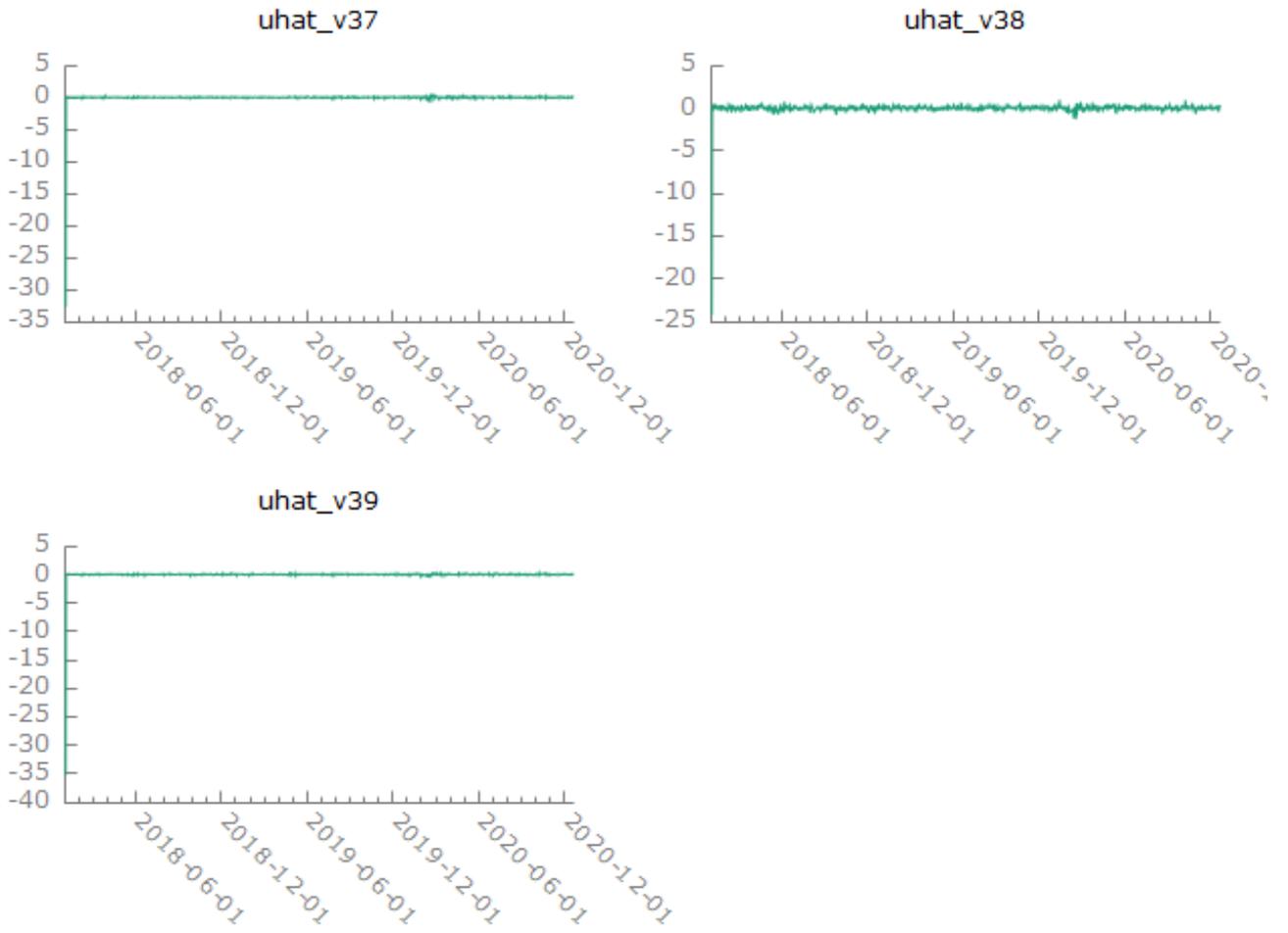


Figura 52: Grafici dei residui (MA\_1) per i titoli 37-39

## Capitolo 3 – HFT: Benefici, Rischi e Portata del Fenomeno

### 3.1 Premessa

Dopo aver spiegato nel primo capitolo cos'è e come agisce l'HFT, in questo capitolo affronteremo più nel dettaglio quali sono i benefici e rischi legati a questa disciplina. Importante, inoltre, sarà soffermarsi sulla nuova legislazione in materia, e gli effetti che quest'ultima ha portato su tutto il movimento del trading algoritmico. In particolare, è necessario analizzare le direttive MIFID I E II, introdotte dal Parlamento Europeo e del Consiglio dell'Unione Europea, al fine di tutelare gli operatori tradizionali. Infine, verrà analizzata la portata del fenomeno.

### 3.2 Benefici nell'utilizzo di algoritmi

Sebbene non sia possibile avere una visione concorde sulla disciplina, la maggior parte degli studiosi identifica una serie di effetti positivi delle strategie ad alta frequenza che possono incidere positivamente sul mercato. In particolare, ci riferiamo ad una serie di benefici oggetto dello studio del 2010 di X.F.Zhang<sup>31</sup>:

- aumento di liquidità a disposizione dei partecipanti al mercato;
- diminuzione del bid-ask spread medio e aumento dell'efficienza informativa dei prezzi;
- diminuzione dei costi di transazione;
- aumento dei collegamenti intermarket;
- riduzione della volatilità a breve termine

#### **3.2.1 Aumento della liquidità a disposizione dei partecipanti al mercato, diminuzione del bid-ask spread medio e aumento dell'efficienza informativa dei prezzi**

La liquidità di mercato si basa su tre misure: dimensione, prezzo e tempo. Essa viene definita in finanza come un indicatore economico, capace di descrivere la facilità con cui i partecipanti al mercato possono vendere i propri strumenti/investimenti finanziari,

---

<sup>31</sup> (X.F.ZHANG, 2010)

trasformandoli in moneta ad un prezzo più vicino possibile a quello di mercato.<sup>32</sup> Risulta evidente, come analizzato dallo studio di A.J.Menkveld<sup>33</sup>, che nell'ultimo decennio, con la comparsa del trading ad alta frequenza, si sia assistito ad un notevole aumento di liquidità dei mercati. Ciò è particolarmente intuibile, analizzando la diminuzione del bid-ask spread. Riducendo tale grandezza, che risulta un costo di transazione per gli operatori di mercato, inevitabilmente aumentano i benefici di un mercato più liquido. Il trader ad alta frequenza, come già visto nel primo capitolo, può sostituirsi al market maker, fornendo liquidità al mercato attraverso l'utilizzo di limit orders in entrambe le sezioni dell'order book. In tale posizione l'HF trader, può sfruttare al posto dei market maker la diminuzione del bid-ask spread. Tale strategia è alla base di un importante studio del maggio 2015.<sup>34</sup> Dal momento che gli operatori ad alta frequenza subiscono il rischio di perdita, essi devono aggiornare i loro ordini alle nuove informazioni presenti sul mercato. In questo modo, i prezzi esposti risultano i più attendibili, e ciò comporta inevitabilmente notevoli benefici agli altri partecipanti al mercato, i quali godranno di un'elevata efficienza informativa. Come riportato dallo studio citato precedentemente:

“The evidence suggests that, on average, high frequency quotation activity does not damage market quality. In fact, the presence of high frequency quotes is associated with improvements in the efficiency of the price discovery process and reductions in the cost of trading. Even when high frequency trading is associated with large extractions of liquidity in individual securities, the price process of those securities appears to be quite resilient”.

In questo senso, infatti, l'HFT migliora la qualità di mercato, riducendo bid-ask medio e aumentando l'efficienza informativa dei prezzi quotati.

### **3.2.2 Diminuzione dei costi di transazione e aumento dei collegamenti intermarket**

L'accesso diretto da parte degli HF traders al mercato, senza l'ausilio di un broker per l'esecuzione dei propri ordini, garantisce una riduzione dei costi di transazione dovuta all'eliminazione di uno step intermedio. La ricerca pubblicata nel 2010 da Cvitanic e Kirilenko<sup>35</sup>, mostra come la presenza stessa dell'HF trader, modifichi il costo di transazione medio e la sua distribuzione. Tale studio evidenzia perciò, come la presenza di un HF trader, comporti una concentrazione attorno alla media (minore

---

<sup>32</sup> Definizione estratta dal sito [forexgrand.com/it/library/la-liquidità](http://forexgrand.com/it/library/la-liquidità)

<sup>33</sup> (A.J.MENKVELD, 2011)

<sup>34</sup> (J.CONRAD, 2015)

<sup>35</sup> (Cvitanic, 2010)

deviazione standard) dei costi di transazione, e aumenti la capacità di previsione degli stessi. Inoltre, l'aggiornamento dei prezzi, citato in precedenza, comporta già minori costi di transazione.

Ciò è stato facilitato anche, dall'introduzione delle ECN, in Usa, le quali sono entrate sin dai primi momenti in forte competizione con i già esistenti mercati regolamentati. Tali piattaforme, infatti, hanno sviluppato negli anni sistemi informatici in grado di abbattere i tempi di esecuzione e di transazione allo stesso tempo. La proliferazione delle exchange values, in particolare, si è sviluppata un meccanismo di connessione tra i mercati regolamentati tradizionali e le ECN. Un'evidenza di tale fenomeno deriva dalla strategia di arbitraggio analizzata precedentemente; l'arbitraggista trae profitto analizzando i prezzi presenti nelle varie piattaforme di scambio e negoziando i titoli che presentano una differenza di prezzo tra due o più venues.

### **3.2.3 Riduzione della volatilità a breve termine**

La volatilità misura l'incertezza o la variabilità di uno strumento finanziario. Un'elevata volatilità comporta il possibile repentino cambiamento del valore di un titolo, per tale motivo non è una caratteristica apprezzata dagli investitori e dalle imprese presenti sul mercato. Gli investitori avversi al rischio, ne richiedono un elevato premio, e reagiscono più lentamente alle informazioni dei titoli caratterizzati da alta volatilità<sup>36</sup>. Per quanto riguarda le imprese, un'elevata volatilità, determina una percezione del rischio distorta, che può incrementare il costo del capitale. Riferendosi sempre allo studio di X.F.Zhang, un apporto di liquidità da parte degli HF traders, comporta una riduzione della volatilità dei prezzi degli strumenti finanziari. Si potrebbe, a sostegno di quanto appena detto, affermare che le strategie di HFT, di tipo market making, inducano ad una riduzione della *stock price volatility*<sup>37</sup>, poiché, attraverso l'implementazione di tali strategie, si permette ai trader tradizionali di negoziare elevati volumi di titoli, senza significative oscillazioni di prezzo.

Allo stesso modo, però, l'interazione tra gli HF traders e gli investitori tradizionali, potrebbe comportare un aumento di volatilità, in base a tre aspetti:

- 1) Un volume elevato di HF trade non risulta affidabile ai fini della liquidità del mercato, specialmente in periodi di elevata volatilità. In tale situazione, un

---

<sup>36</sup> (X.F.ZHANG, Information uncertainty and stock returns, 2006)

<sup>37</sup> (R.LITZENBERGER, 2012)

elevato numero di ordini da parte degli investitori, provocherebbe un movimento dei prezzi;

- 2) Dato lo stretto collegamento dell'HFT a correlazioni statistiche, basate sul breve termine, un elevato numero di ordini unidirezionali, potrebbero dare il via ad uno slancio dei prezzi, attraendo altri momentum trader, cosa che creerebbe un effetto altalena del prezzo e aumenterebbe la volatilità;
- 3) Come ultimo aspetto, gli HF traders rilevano in anticipo i grandi ordini immessi dagli investitori tradizionali, ciò incrementa/decrementa il prezzo delle securities a seconda dell'acquisto/vendita di tali investitori.

### **3.3 Impatto sull'integrità di Mercato**

Le strategie aggressive adottate dagli HF traders possono dare vita a fenomeni di profonda destabilizzazione del mercato. Inoltre, in situazione di mercato incerte, l'utilizzo di tali sistemi può portare ad amplificare le pressioni ribassiste, generando disordini all'interno del mercato. Alla base di questa visione, risulta emblematico il flash crash del 6 maggio 2010, in cui come abbiamo visto in precedenza, nel giro di pochi minuti vi è stato un notevole crollo, con immediata ripresa, dei mercati azionari. Vari studi evidenziano come tali strategie mirino a creare in maniera artificiosa, per non dire illegale, condizioni di mercato tali da consentire un notevole vantaggio economico per gli HF traders, in grado da conferire guadagni altrimenti irrealizzabili.<sup>38</sup> Anche la stessa Consob, richiamando lo studio condotto da Easley, de Prado e O'Hara, evidenzia come tali strategie siano dannose, e in particolare vengono definite "tossiche".<sup>39</sup> Tale studio, infatti, introduce l'indicatore VPIN (Volume-synchronized Probability of Informed Trading), anche noto come indicatore "del grado di tossicità", il quale è in grado di anticipare possibili situazioni di illiquidità derivanti dai comportamenti HF. A fronte di tali premesse, i maggiori impatti negativi derivanti dalle strategie HF sono:

- Asimmetria Informativa
- Adverse Selection
- Rischi Sistemici
- Front Running e Ghost Liquidity

---

<sup>38</sup> (R.A.JARROW, 2011)

<sup>39</sup> (D. Easley, 2010)

### 3.3.1 Asimmetria Informativa

L'Asimmetria Informativa comporta un diverso grado di reperibilità di informazioni tra due soggetti. In particolare, nel caso dell'HFT, la possibilità di ottenere un grande numero di informazioni nel giro di pochi millisecondi, comporta un'asimmetria notevole rispetto ai trader tradizionali. Tale vantaggio, si evidenzia nella strategia di Flash trading, nella quale la prelazione degli HF traders sugli ordini che non possono essere eseguiti al NBBO nell'ECN, offre due possibilità al trader ad alta frequenza:

- Laddove l'HF trader ritenga tale ordine conveniente, intraprenderà le operazioni descritte nel paragrafo 1.4.3.5;
- Se, invece, l'ordine non è ritenuto conveniente, può non processarlo, ma conoscerà comunque in anticipo le caratteristiche di tale ordine, e in tal modo, può ritirare le proprie proposte di acquisto o vendita prima che l'ordine arrivi a destinazione.

Risulta evidente, perciò, come sia nel momento in cui l'operazione risulti conveniente, sia in caso contrario, l'HF trader potrà usufruire di un vantaggio informativo che gli consente di limitare al minimo le perdite.

### 3.3.2 Adverse Selection

L'Adverse Selection, o selezione avversa, è un processo che deriva dall'asimmetria informativa. Infatti, nel momento in cui un soggetto può beneficiare di una situazione di vantaggio informativo, può usufruire di questo per generare condizioni deficitarie nei confronti degli altri partecipanti al mercato. In particolare, riferendosi agli HF traders, il notevole vantaggio informativo, scatena un processo artificioso, volto a contrastare i trader tradizionali. Tale situazione, risulta evidente nella strategia del Pinging, nella quale, come citato nel primo capitolo, il soggetto in posizione dominante, è in grado di manipolare il mercato, creando vere e proprie illusioni agli altri trader. Facendo riferimento allo studio di A.Puorro, si ipotizzi la presenza sul mercato di un investitore tradizionale che adotta una strategia short-term, che cerca di seguire i microtrend di mercato.<sup>40</sup>Laddove quantità in denaro mostrano una tendenza decrescente, il traders tradizionale sarà spinto a vendere, determinando una probabile situazione di discesa del prezzo. L'HF trader potrebbe simulare una discesa delle quantità in denaro, modificando le proprie posizioni sul book di negoziazione. Ciò comporta una decisione errata di

---

<sup>40</sup> (Puorro, 2013)

vendita di parte del trader tradizionale. A sua volta, l'HF trader prende la posizione di controparte in acquisto degli ordini di vendita inviati dal trader tradizionale, accumulando quantità in acquisto. Successivamente il HFT inizierà a creare una situazione di risalita dei prezzi, eliminando le proprie quantità in vendita e riempiendo di ordini in acquisto nel book. Sebbene tale situazione risulti in un primo momento positiva, in quanto aumenta la liquidità del mercato, essa si risolve in un guadagno economico per gli HF traders, in sinergia con una perdita registrata dai trader tradizionali.

### **3.3.3 Rischi Sistemici**

Per rischi sistemici si intendono i rischi generati da fallimenti interni o inadeguatezze esterne, che influiscono sull'andamento del mercato. In riferimento all'HFT, è evidente come uno shock repentino, dovuto ad un malfunzionamento dei server o dell'hardware possa destabilizzare il mercato. A tal proposito, l'esempio più lampante si verificò il 1° agosto 2012. Quel giorno, infatti, Knight Capital, uno dei più grandi HF trader sul mercato statunitense, perse circa 440 milioni di dollari per via di un algoritmo errato. Il sistema effettuò acquisti a prezzi più elevati per immediatamente rivenderli ai prezzi più bassi. Il valore della società crollò nell'arco di due giorni del 75%, fino ad essere acquistata dalla GETCO.

### **3.3.4 Front Running e Ghost Liquidity**

Con il termine Front Running, si intendono i guadagni ottenibili in situazioni di asimmetria informativa. Tale pratica, infatti, consiste nello sfruttare la velocità di operazione dell'HFT, al fine di immettere sul mercato ordini pochi istanti prima che venga immesso l'ordine del cliente. Un'opportunità di front running si viene a creare nel caso di flash trading. Infatti, il venire a conoscenza di un ordine ancora da processare, consente all'HF trader di scegliere in anticipo se processare l'ordine o meno.

La Ghost Liquidity, invece, anche nota come liquidità ombra, è caratterizzata dalla possibilità di creare una rappresentazione fallace dell'effettiva profondità dei book di negoziazione. È per tale motivo che la valenza degli stessi book di negoziazione, con l'introduzione e l'affermazione dell'HFT, è progressivamente diminuita. Infatti, le proposte di negoziazioni, oggi, sono estremamente mobili, ciò aumenta la possibilità che la liquidità possa scomparire dagli stessi book in condizioni di stress del mercato.

Tale situazione ha comportato la non negoziazione sul mercato da parte dei trader tradizionali, per via della possibile scomparsa di liquidità, costringendoli ad accettare prezzi peggiori o non preventivati.<sup>41</sup>In riferimento a tale situazione, importante è lo studio di V.Van Kervel.<sup>42</sup>Egli ritiene che l'operatività degli HF traders tenda a sovrastimare la liquidità di mercato, la quale appunto può essere ritirata nel giro di millisecondi, dando perciò vita al fenomeno della ghost liquidity.

### 3.4 Regolamentazione Europea

Con lo sviluppo del trading algoritmico è stato necessario per le autorità governative internazionali, adeguare il regime normativo tradizionale a tale innovazione. A livello europeo è necessario soffermarci sulla Direttiva 2014/65/EU, anche nota come MiFID II (Market in financial instruments directive). Tale direttiva, insieme alla MiFIR (Markets in financial instruments regulation), è stata introdotta il 3 gennaio 2018, prendendo il posto della precedente disciplina di regolamentazione europea MiFID. L'introduzione della nuova disciplina è volta a focalizzarsi proprio su quelle aree della finanza nelle quali vengono utilizzati algoritmi e software. La stessa ESMA la introduce in questo modo: "MiFID II e MiFIR garantiranno mercati più equi, sicuri ed efficienti e faciliteranno una maggiore trasparenza per tutti i partecipanti. Nuovi requisiti di segnalazione e test aumenteranno la quantità di informazioni disponibili e ridurranno l'uso di dark pool e trading OTC. Le norme che disciplinano la negoziazione ad alta frequenza imporranno una serie rigorosa di requisiti organizzativi alle imprese di investimento e alle sedi di negoziazione e le disposizioni che disciplinano l'accesso non discriminatorio alle controparti centrali (CCP), alle sedi di negoziazione e ai parametri di riferimento sono progettate per aumentare la concorrenza."<sup>43</sup> In particolare, i contributi introdotti dalla nuova normativa europea sono:

- La corretta identificazione degli operatori che utilizzano tecniche di trading ad alta frequenza;<sup>44</sup>
- La predisposizione, da parte delle società di investimento che fanno uso di tecniche di Trading Algoritmico, di sistemi di controllo per ottenere il giusto utilizzo;

---

<sup>41</sup> (Puorro, 2013)

<sup>42</sup> (KELLER, 2012)

<sup>43</sup> Estratto da <https://www.esma.europa.eu/policy-rules/mifid-ii-and-mifir>

<sup>44</sup> (F.PLATEROTI, 2014)

- Lo svolgimento dell'attività di market making posto in essere dalle società che utilizzano tecniche di Trading Algoritmico, per fornire liquidità al mercato in maniera regolare e trasparente;
- Una disciplina innovativa per la struttura delle commissioni che vengono chieste agli operatori del mercato;
- L'attivazione, dei mercati regolamentati europei, di sistemi capaci di utilizzare software algoritmici, e di limitare la presenza di ordini non eseguiti, al fine di evitare il rallentamento del flusso di ordini, in quanto ciò potrebbe portare il sistema alla massima capacità.

In generale, l'evoluzione normativa europea può essere sintetizzata in cinque step fondamentali:

- 1/11/2007 Entrata in vigore della MiFID I;
- 8/12/2010 Inizio revisione MiFID I ad opera della Commissione Europea;
- 04/2014-07/2014 Le istituzioni adottano la MiFID II;
- 11/2015 L'ESMA fissa l'introduzione della MiFID II per il gennaio 2018;
- 3/01/2018 Vengono introdotte la MiFID II e la MiFIR.

### 3.5 Portata del Fenomeno

Il trading ad alta frequenza ha assunto negli anni una portata sempre superiore, che è coincisa con un notevole sviluppo tecnologico. A partire dal 2005, infatti, si assiste ad un processo di espansione notevole dell'HFT con proporzioni tali da influenzare l'infrastruttura del mercato. Il volume di scambi, riferendoci in particolare al mercato americano, è cresciuto notevolmente, fino a raggiungere una quota pari al 55% del totale dei volumi scambiati sul mercato azionario.

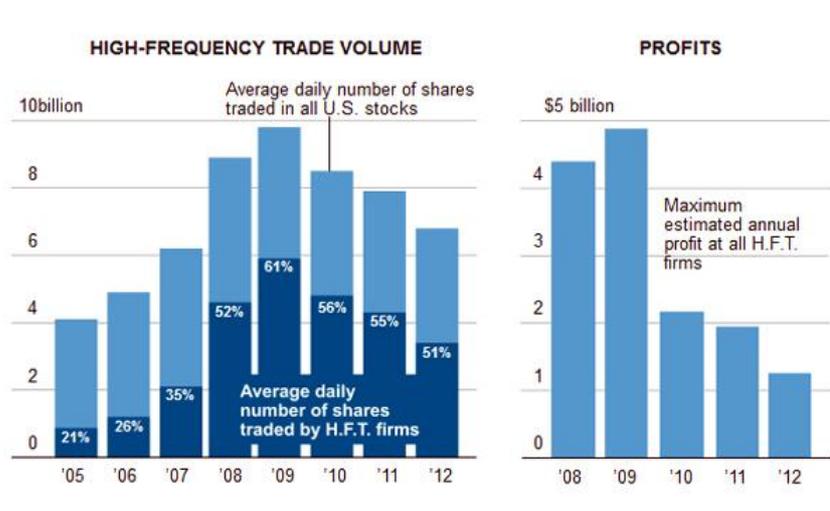


Figura 53: Volumi e Profitti HFT Fonte: NYTimes 15/10/2012

Dal grafico in Figura 53 è perciò evidente come tale fenomeno abbia subito una notevole evoluzione, che si può notare anche dal punto di vista dei profitti. Questi dipendono da tre aspetti fondamentali:

- Dimensione del mercato su cui si opera;
- Volumi di scambio giornalieri;
- Ampiezza del bid-ask spread.

Da quest'ultimo aspetto dipende principalmente la profittabilità dell'ordine, infatti un titolo molto liquido presenta un'elevata possibilità di profitto, discorso inverso invece avviene nel caso di un titolo con spread inferiore e con minori volumi.

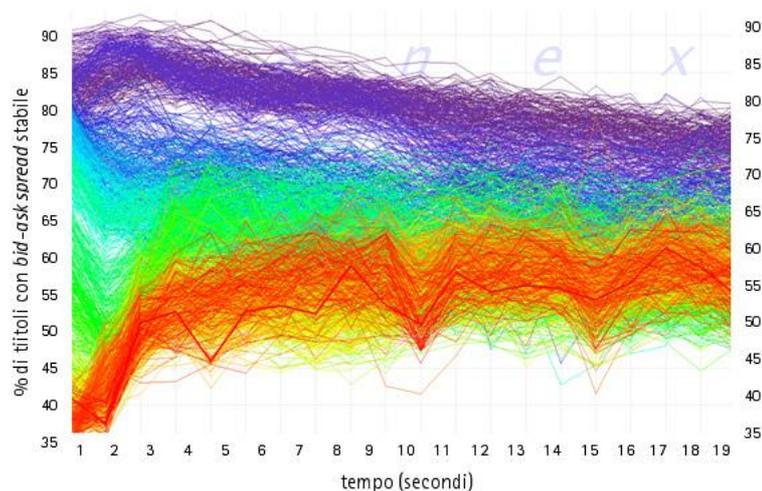


Figura 54: Percentuale Titoli con bid-ask stabile

Fonte: Consob 5/12/2012

In Figura 54 è mostrata la percentuale di titoli con un bid-ask stabile nel corso di un secondo, per i primi 19 secondi di ogni giorno di negoziazione. I dati utilizzati riguardano 650 miliardi di quotazioni per 1516 giornate di negoziazione su titoli statunitensi dal 1° gennaio 2016 al 30° gennaio 2012. Alle date più remote sono associate le colorazioni del viola e del blu, mentre alle più recenti giallo e rosso.

Un indicatore molto efficace per stimare i volumi di mercato e la presenza sul mercato di operatori HF, invece, è l'*order to trade ratio* (OTR).<sup>45</sup> Tale indicatore misura il numero di trade realmente effettuati rispetto al numero di ordini immessi, riuscendo a comprendere la tipologia di operatori che eseguono i trade. Di seguito è riportata la formula:

$$OTR = \frac{\sum Orders}{\sum Trades} - 1$$

<sup>45</sup> (Payne, 2012)

In Figura 55, è possibile notare l'evoluzione di tale indicatore con riferimento al mercato statunitense, in periodo che va da 1 gennaio 2007 al 16 agosto 2011. Esso corrisponde a 1152 giornate di negoziazione, nel corso delle quali sono stati effettuati 513 miliardi di ordini e 34 miliardi di negoziazioni. Come nel grafico precedente, le negoziazioni sono associate alla data, con il blu e il viola per quelle più remote, e il giallo e il rosso per le più recenti.

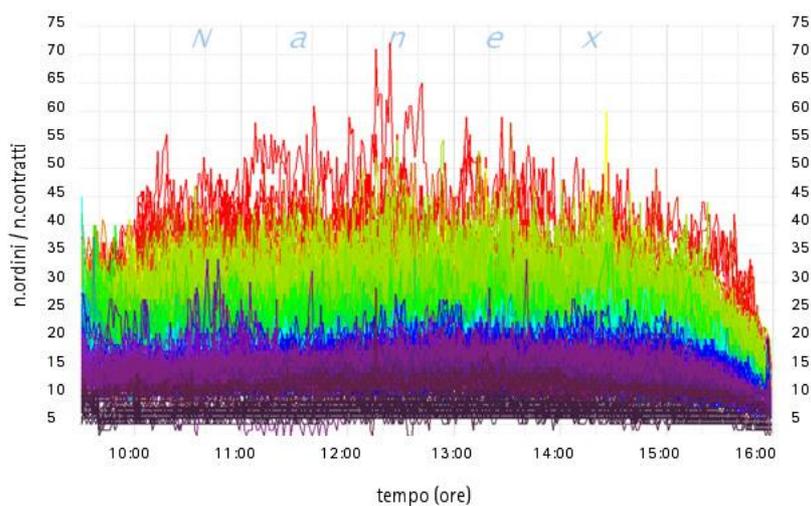


Figura 55: Order to Trade Ratio (OTR)

Fonte: Consob 5/12/2012

## Conclusioni

Il trading ad alta frequenza, come si è visto nell'elaborato, è una tecnica utilizzata per applicare strategie di trading, di vario tipo, nel mercato finanziario. Esso ha rappresentato, perciò, un'evoluzione naturale del mercato finanziario. Infatti, pur avendo una metodologia innovativa e rivoluzionaria, non può essere definito un vero e proprio nuovo fenomeno, bensì uno step successivo del precedente trading. Diversa è invece la modalità di comparsa del fenomeno, per l'opinione pubblica avvenne il 6 maggio 2010, in occasione del Flash Crash. È da questo momento, infatti, che nascono gli studi della disciplina HF e, in particolar modo, l'adattamento di una regolamentazione finanziaria, prima negli Stati Uniti, e poi, come visto, in Europa con il MiFID II.

Nell'elaborato sono stati presentati i principali indicatori di analisi delle serie storiche delle grandezze rilevanti nell'HFT e un'analisi empirica sui dati Mibtel, evidenziandone potenzialità e limiti. In tal modo, è stato possibile analizzare una parte della mole di informazioni che tali sistemi ad alta frequenza devono esaminare nel giro di millisecondi. Facendo sempre riferimento ai dati analizzati, è stato possibile approfondire l'oscillazione dei prezzi dei titoli, che posti sotto una lente di ingrandimento, data dagli indicatori, ha consentito una visione a 360 gradi di tutti i movimenti di prezzo nei tre anni di analisi.

Soffermandoci, invece, sugli scenari futuri dell'HFT, sotto la luce dei riflettori sono oggi quei *player* sconosciuti al mondo della finanza, i quali servendosi dell'HFT, rispondono a logiche di investimento ben diverse dagli operatori tradizionali. Tale strumento, utilizzato al di fuori del sistema regolamentato, causa notevoli problematiche al mercato. Come abbiamo già visto, la grande possibilità di svolgere numerose operazioni nell'arco di millisecondi, conferisce la possibilità a tali player, di usufruire di situazioni di arbitraggio, dando rilievo a movimenti di brevissimo periodo. Una pratica così irresponsabile e aggressiva può causare notevoli problemi al mercato, comportando oscillazioni notevoli e influenzando i partecipanti di mercato. Critica comune è, infatti, il potenziale di abuso che gli HF traders possono effettuare controllando una tecnologia così privilegiata. Vero è, d'altro canto, che numerosi studi evidenziano come l'HFT abbia un impatto positivo sul mercato, in particolare, come analizzato in precedenza, l'HFT genera una diminuzione della volatilità e un aumento di liquidità.

In conclusione, le differenze di opinioni in merito a tale disciplina suggeriscono di

utilizzare metodi diversi di valutazione per ogni singola strategia. Risulta opportuno analizzare, oltre che le tradizionali variabili di mercato, anche l'impatto che il trading ad alta frequenza ha, non solo sull'efficienza del mercato, ma, soprattutto, sul benessere dei partecipanti al mercato. Solo così sarà possibile intervenire con strumenti in grado di minimizzare le conseguenze nocive di tali strategie, al fine di migliorare la qualità del mercato, lasciando invariati i benefici dell'HFT.

## Appendice

### Titoli Analizzati

titolo	numero	Media Mobile Semplice	Residui
A2A.MI	1	SMA	uhat_v1
AMP.MI	2	SMA1	uhat_v2
ATL.MI	3	SMA2	uhat_v3
AZM.MI	4	SMA3	uhat_v4
BAMI.MI	5	SMA4	uhat_v5
BGN.MI	6	SMA5	uhat_v6
BMED.MI	7	SMA6	uhat_v7
BPE.MI	8	SMA7	uhat_v8
BZU.MI	9	SMA8	uhat_v9
CNHI.MI	10	SMA9	uhat_v10
CPR.MI	11	SMA10	uhat_v11
DIA.MI	12	SMA11	uhat_v12
ENEL.MI	13	SMA12	uhat_v13
ENI.MI	14	SMA13	uhat_v14
EXO.MI	15	SMA14	uhat_v15
FBK.MI	16	SMA15	uhat_v16
FCA.MI	17	SMA16	uhat_v17
G.MI	18	SMA17	uhat_v18
HER.MI	19	SMA18	uhat_v19
IG.MI	20	SMA19	uhat_v20
INW.MI	21	SMA20	uhat_v21
IP.MI	22	SMA21	uhat_v22
ISP.MI	23	SMA22	uhat_v23
LDO.MI	24	SMA23	uhat_v24
MB.MI	25	SMA24	uhat_v25
MONC.MI	26	SMA25	uhat_v26
PIRC.MI	27	SMA26	uhat_v27
PRY.MI	28	SMA27	uhat_v28
PST.MI	29	SMA28	uhat_v29
RACE.MI	30	SMA29	uhat_v30
REC.MI	31	SMA30	uhat_v31
SPM.MI	32	SMA31	uhat_v32
SRG.MI	33	SMA32	uhat_v33
STM.MI	34	SMA33	uhat_v34
TEN.MI	35	SMA34	uhat_v35
TIT.MI	36	SMA35	uhat_v36
TRN.MI	37	SMA36	uhat_v37
UCG.MI	38	SMA37	uhat_v38
UNI.MI	39	SMA38	uhat_v39

## Elenco Figure e Tabelle

- 1.2 Figura 1: Conceptual Model of Algorithmic Trading
- 1.3 Figura 2 - High frequency trading versus algorithmic (systematic) trading and traditional long-term investing
- 1.4.3.4 Figura 3: Quotazione Dow Jones 23 Aprile 2013
- 1.4.3.7 Figura 4: Esempio di strategia di Momentum Ignition
- 1.4.3.9 Figura 5: Quote stuffing sul titolo Heineken il 2/05/2012 (a sinistra) e sul titolo Telefonica il 10/08/2012 (a destra)
- 1.5 Figura 6: Grafico lineare con variazione percentuale del future E-mini dell'indice S&P500 06/05/2010
- 1.5 Figura 7: Grafico lineare con variazione percentuale del future E-mini dell'indice Dow Jones 06/05/2010
- 2.1.1 Figura 8: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020
- 2.7 Figura 9: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo A2A.MI
- 2.7 Figura 10: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo AMP.MI
- 2.7 Figura 11: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo ATL.MI
- 2.7 Figura 12: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo AZN.MI
- 2.7 Figura 13: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo BAM.MI
- 2.7 Figura 14: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo BGN.MI
- 2.7 Figura 15: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo BMED.MI
- 2.7 Figura 16: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo BPE.MI
- 2.7 Figura 17: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo BZU.MI
- 2.7 Figura 18: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo CNHI.MI
- 2.7 Figura 19: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo CPR.MI
- 2.7 Figura 20: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo DIA.MI
- 2.7 Figura 21: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo ENEL.MI
- 2.7 Figura 22: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo ENI.MI
- 2.7 Figura 23: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo EXO.MI
- 2.7 Figura 24: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo FBK.MI
- 2.7 Figura 25: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo FCA.MI
- 2.7 Figura 26: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo G.MI
- 2.7 Figura 27: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo HER.MI
- 2.7 Figura 28: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo IG.MI
- 2.7 Figura 29: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo INW.MI
- 2.7 Figura 30: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo IP.MI
- 2.7 Figura 31: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo ISP.MI
- 2.7 Figura 32: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo LDO.MI
- 2.7 Figura 33: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo MB.MI
- 2.7 Figura 34: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo MONC.MI
- 2.7 Figura 35: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo PIRC.MI
- 2.7 Figura 36: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo PRY.MI
- 2.7 Figura 37: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo PST.MI
- 2.7 Figura 38: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo RACE.MI
- 2.7 Figura 39: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo REC.MI
- 2.7 Figura 40: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo SPM.MI
- 2.7 Figura 41: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo SRG.MI
- 2.7 Figura 42: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo STM.MI
- 2.7 Figura 43: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo TEN.MI
- 2.7 Figura 44: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo TIT.MI

- 2.7 Figura 45: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo TRN.MI
- 2.7 Figura 46: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo UCG.MI
- 2.7 Figura 47: Grafico SMA 1/01/2018 a 31/12/2020 del titolo UNI.MI
- 2.7 Figura 48: Grafici dei residui (MA\_1) per i titoli 1-9
- 2.7 Figura 49: Grafici dei residui (MA\_1) per i titoli 10-18
- 2.7 Figura 50: Grafici dei residui (MA\_1) per i titoli 19-27
- 2.7 Figura 51: Grafici dei residui (MA\_1) per i titoli 28-36
- 2.7 Figura 52: Grafici dei residui (MA\_1) per i titoli 37-39
- 3.5 Figura 53: Volumi e Profitti HFT Fonte: NYTimes 15/10/2012
- 3.5 Figura 54: Percentuale Titoli con bid-ask stabile
- 3.5 Figura 55: Order to Trade Ratio (OTR)

- 2.7 Tabella 1
- 2.7 Tabella 2
- 2.7 Tabella 3 e 4

## **Bibliografia**

A.Rana. (2012). *Repubblica*.

Aitken, C. (2014, Marzo 14). Trade Size, High Frequency Trading And Co.Location Around The World. *Journal Of Finance*.

A.J. Menkveld, “Does Algorithmic Trading Improve Liquidity?”, *The Journal Of Finance*, (2011)

A.J. Menkveld, “High Frequency Trading And The New-Market Maker”, *Journal Of Financial Markets*, 2013

A.J. Menkveld, “High-Frequency Traders And Market Structure” *Financial Review*, 2014

Caivano, C. S. (2012, Dicembre 5). Il Trading Ad Alta Frequenza: Caratteristiche, Effetti, Questioni Di Policy. P. 7-8.

Chaboud, A. (2009). *Rise Of The Machines: Algorithmic Trading In The Foreign Exchange Market*.

Chris Brummer. (2008). *Stock Exchanges And The New Markets For Securities Laws*.

Ciallella, G. (2015). *The Handbook Of High Frequency Trading*.

Commission, E. (2010, Dicembre 8). *Review Of Markets In Financial Instruments Directive (Mifid)*. P. 14.

Commissione Europea (2004), *Direttiva 2004/39/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 21 aprile 2004, relativa ai mercati degli strumenti finanziari*.

Commissione Europea (2010), *Public Consultation, “Review of the Markets in Financial Instruments Directive (MiFID)”*.

Conrad, Wahal, Xiang, “High Frequency Quoting, Trading, And The Efficiency Of Prices”, *Journal Of Financial Economics* (2015)

Credit Suisse (April 2010), *Sizing Up US Equity Microstructure*.

D. Easley, M. Lopez De Prado, M. O'hara, "The Volume Clock: Insight Into The High-Frequency Paradigm", J. Portf. Manag. 39, 19-29, 2012

ESMA (2012), "Guidelines: Systems and controls in an automated trading environment for trading platforms, investment firms and competent authorities".

Govoni, L. (S.D.). *Modello Arima*.

J.A. Brogaard (2010), *High Frequency Trading And Its Impact On Market Quality*.

J.A. Brogaard (2011), *High Frequency Trading And Volatility*.

J.A. Brogaard (Settembre 2011), *High Frequency Trading, Information And Profits*.

J.Cvitanic, A.Krilenko High Frequency Traders And Asset Prices (2010)

KELLER, "Robocops.regulating high frequency trading after the flash crash of 2010", Ohio State Law Journal, 2012

LITZENBERGER, CASTURA, GORELICK, "The Impacts Of Automation And High Frequency Trading On Market Quality" Annual Review Of Financial Economics, 2012

Mcgowan, M. J. (2010). The Rise Of Computerized High Frequency Trading:Use And Controversy.

PLATEROTI, "Workshop sulla revisione della Direttiva MIFID -11 Giugno 2014, Head of regulation and post trading, Borsa Italiana", BORSA ITALIANA 2014

Popper, N. (2012, Settembre 26). Beyond Wall St., Curbs On High-Speed Trades Proceed. *New York Times*.

Puorro, A. (2013, Settembre). Questioni Di Economia E Finanza, High Frequency Tradinf: Una Panoramica. P. 10.

R.A. JARROW, PROTTER " A dysfunctional role of High Frequency Trading in Electronic Markets", Johnson School Research Paper series No. 08-2011, 2011

RUEY S. TSAY "Analysis of Financial Time Series" Third Edition 2010

Treccani. (S.D.).

Zhang, “The Effect Of High-Frequency Trading On Stock Volatility And Price Discovery”, Yale University School Of Management, 2010

Zhang, “Information Uncertainly And Stock Return” Wiley (2006)

## Sitografia

<http://www.bancaditalia.it>

<http://www.consob.it/>

[https://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/qef/2013-0198/QEF\\_198.pdf](https://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/qef/2013-0198/QEF_198.pdf)

<http://www.nasdaq.com/it>

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nasdaq\\_Composite\\_dot-com\\_bubble.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nasdaq_Composite_dot-com_bubble.svg)

<https://www.esma.europa.eu>

[http://www.traderpedia.it/wiki/index.php/High\\_Frequency\\_Trading#Le\\_origini\\_del\\_fenomeno](http://www.traderpedia.it/wiki/index.php/High_Frequency_Trading#Le_origini_del_fenomeno)

<http://www.repubblica.it>

<http://www.ilsole24ore.com>

<https://www.bloomberg.com/europe>

<https://www.money.it>

<https://www.credit-suisse.com/ch/it.html>

<https://forexgrand.com/it/library/la-liquidita>

<https://www.nytimes.com>

<https://www.reuters.com/>

