

# **Business Intelligence per i Servizi Finanziari**

## **Progetto di Laboratorio in Python**

Appello di Giugno 2022

Elisa Pioldi 856591

## Indice

<b>1 Introduzione.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1 Titoli selezionati .....</b>	<b>4</b>
1.1.1 Settore Consumer Cyclical: Auto Manufacturers .....	4
1.1.2 Settore Healthcare: Drug Manufacturers.....	4
1.1.3 Settore Technology: Semiconductors .....	5
<b>1.2 Funzioni utilizzate .....</b>	<b>6</b>
<b>1.3 Dati.....</b>	<b>6</b>
<b>2 Statistiche descrittive .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Rendimenti .....</b>	<b>9</b>
2.1.1 Rendimenti semplici.....	9
2.1.2 Rendimenti composti.....	10
2.1.3 Commenti .....	11
<b>2.2 Iistogrammi .....</b>	<b>11</b>
2.2.1 Rendimenti semplici.....	12
2.2.2 Rendimenti composti.....	12
<b>2.3 Grafici diagnostici a quattro sezioni .....</b>	<b>13</b>
<b>2.4 Statistiche descrittive univariate .....</b>	<b>16</b>
2.4.1 Analisi delle statistiche .....	16
2.4.2 Evoluzione nel tempo della volatilità .....	17
<b>2.5 Analisi delle relazioni tra i rendimenti .....</b>	<b>18</b>
2.5.1 Matrice di varianze/covarianze dei rendimenti .....	18
2.5.2 Matrice di correlazione dei rendimenti.....	18
2.5.3 Grafici di dispersione delle correlazioni medie.....	19
2.5.4 Evoluzione nel tempo delle correlazioni .....	21
<b>3 Analisi di previsione con SARIMAX .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1 Premesse.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2 Risultati .....</b>	<b>25</b>
<b>3.3 Commenti.....</b>	<b>30</b>
<b>4 Strategie di trading e backtesting – SMA e EWM.....</b>	<b>31</b>
<b>4.1 Premesse.....</b>	<b>31</b>
<b>4.2 Risultati .....</b>	<b>31</b>
<b>4.3 Commenti.....</b>	<b>34</b>
<b>5 CAPM .....</b>	<b>34</b>
<b>5.1 Premesse.....</b>	<b>34</b>
<b>5.2 Risultati .....</b>	<b>34</b>

5.2.1	Beta dei titoli rispetto al mercato.....	34
5.2.2	Esposizione dei titoli ai fattori di rischio Fama-French.....	35
5.2.3	Calcolo del rendimento atteso tramite beta .....	36
<b>6</b>	<b>Costruzione di portafoglio .....</b>	<b>37</b>
<b>6.1</b>	<b>Portafoglio ottimale.....</b>	<b>37</b>
6.1.1	Premesse .....	37
6.1.2	Generazione di portafogli .....	37
6.1.3	Metodo di simulazione – Metodo Monte Carlo.....	38
6.1.4	Metodo analitico – Funzione di ottimizzazione Scipy .....	39
<b>6.2</b>	<b>Beta del portafoglio rispetto al mercato.....</b>	<b>41</b>
<b>6.3</b>	<b>Rendimento del portafoglio ottimale con quello effettivo .....</b>	<b>41</b>

## 1 Introduzione

### 1.1 Titoli selezionati

Le analisi di questo progetto sono state effettuate sui seguenti titoli:

- General Motors (GM)
- Tesla (TSLA)
- Johnson & Johnson (JNJ)
- Pfizer (PFE)
- NVIDIA (NVDA)
- Intel Corporation (INTC)

#### 1.1.1 Settore Consumer Cyclical: Auto Manufacturers

##### **General Motors**

La General Motors Corporation, nota anche come GM, è un'azienda statunitense produttrice di autoveicoli, con marchi presenti in tutto il mondo quali: Cadillac, Chevrolet, GM Korea, GMC, e Buick. Il quartier generale è nel Renaissance Center di Detroit (Michigan).

##### **Tesla**

Tesla, Inc. è un'azienda multinazionale statunitense specializzata nella produzione di auto elettriche, pannelli fotovoltaici e sistemi di stoccaggio energetico.

Per quanto riguarda il settore automobilistico sono stati selezionati due tra i titoli più significativi.

In particolar modo, a General Motors che rappresenta un mercato più tradizionale, è stato contrapposto invece un titolo associato ad un'azienda più innovativa, legata al mercato oramai crescente delle auto elettriche.

Inoltre il 2021 è stato un anno spartiacque per la sua crescita, infatti lo scorso anno l'azienda ha venduto mezzo milione di veicoli (un aumento dell'87% rispetto al 2020).

L'attenzione su questa azienda è da ricercarsi anche nel suo fondatore, Elon Musk, celebrità anche sui social non solo come imprenditore: basta un singolo Tweet a modificare l'andamento di mercato.

Risulta quindi interessante analizzare come questi fattori possano essersi riflessi sull'interesse degli investitori nell'acquistare il titolo.



#### 1.1.2 Settore Healthcare: Drug Manufacturers

##### **Johnson & Johnson**

Johnson & Johnson è una società farmaceutica multinazionale statunitense che produce farmaci, apparecchiature mediche e prodotti per la cura personale di shampoo e creme.

### **Pfizer**

Pfizer Inc. è un'azienda farmaceutica statunitense. È la più grande società del mondo operante nel settore della ricerca, della produzione e della commercializzazione di farmaci.

La scelta operata nel settore farmaceutico è risultata ovvia: la pandemia ha certamente influito su due delle case farmaceutiche che si sono viste al centro della produzione dei vaccini per il SARS-CoV-2 dal 2020 fino ad oggi. Si è osservato come negli ultimi due anni i settori farmaceutico, alimentare ed energetico hanno avuto una netta crescita della ricchezza: secondo il World Economic Forum, la pandemia ha prodotto 40 nuovi miliardari nel settore farmaceutico.

Sono state pertanto indicate due delle aziende protagoniste del mercato americano, Pfizer e Johnson & Johnson.



### **1.1.3 Settore Technology: Semiconductors**

#### **NVIDIA**

NVIDIA Corporation è un'azienda tecnologica statunitense. Sviluppa processori grafici per il mercato videoludico e professionale, oltre a moduli System-on-a-chip per il Mobile computing e per l'industria automobilistica.

#### **Intel**

Intel Corporation è un'azienda multinazionale statunitense. Produce dispositivi a semiconduttore, microprocessori, componenti di rete, chipset per motherboard, chip per schede video e molti altri circuiti integrati.

Il campo dei semiconduttori è stato selezionato per osservare come le aziende coinvolte hanno e stanno affrontando la crisi dei microchip, scaturita dalla difficoltà di reperimento di materie prime (principalmente silicio) dall'Asia (più nello specifico dalla Cina, principale esportatore).

Secondo Intel, si dovrà aspettare il 2024 per arginare il problema, affidandosi all'estrazione delle materie prime negli Stati Uniti, Europa e Africa. Si deve considerare una flessione della domanda del 13% quest'anno. Il calo è stato apprezzato dal mercato, ma la capacità produttiva deve comunque essere implementata.

Solo per l'anno 2021 gli ultimi dati riportano una perdita solo negli Stati Uniti d'America di 240 miliardi di dollari a seguito della crisi.



Fonti:

<https://www.milanofinanza.it/news/tesla-da-record-nel-2021-consegnato-quasi-un-milione-di-veicoli-202201031236455887>

<https://www.fedaiisf.it/world-economic-forum-a-davos-la-pandemia-ha-prodotto-40-nuovi-miliardari-nel-settore-farmaceutico/>

<https://www.bluerating.com/mercati/758451/mercati-deficit-di-offerta-microchip-fino-al-2024-parola-di-intel>

## 1.2 Funzioni utilizzate

Sono state utilizzate le seguenti funzioni per scaricare i dati:

- Per gli asset scelti

```
assets = web.get_data_yahoo('TICKERS', start_date, end_date)
```

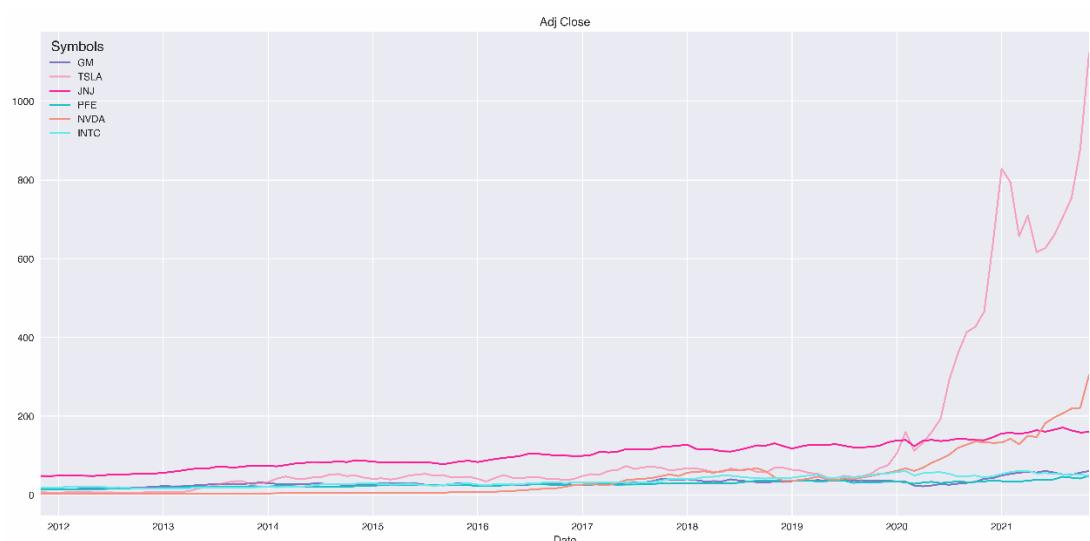
- Per i fattori di rischio Fama-French

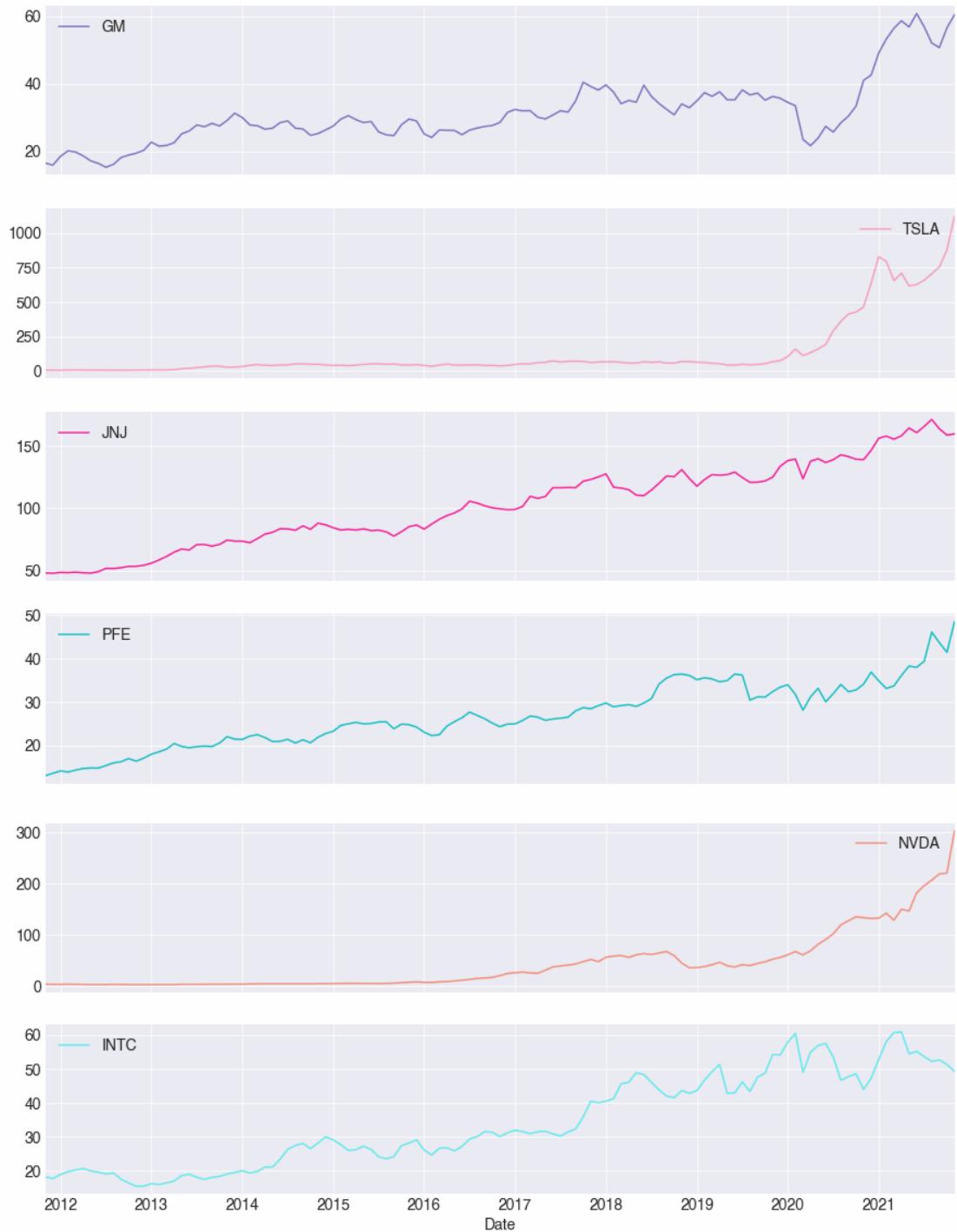
```
factor_df = web.DataReader('F-F_Research_Data_Factors',
                           'famafrench',
                           start = start_date)[0]
```

In entrambi i casi sono state utilizzate delle funzioni appartenenti alla libreria `datareader.data` di Pandas.

Le serie sono state scaricate insieme da Yahoo, fondendole in un unico dataframe.

## 1.3 Dati





Prime righe del dataframe:

	GM	TSLA	JNJ	PFE	NVDA	INTC
Date						
2011-11-30	16.454906	6.548	48.166523	13.022164	3.588858	18.277073
2011-12-01	16.199850	6.520	47.965584	12.996212	3.632485	18.284407
2011-12-02	16.447182	6.660	47.236252	12.905377	3.609524	18.078962
2011-12-05	16.686775	6.884	47.154385	12.872932	3.554417	18.350441
2011-12-06	16.756338	6.974	47.251129	13.125980	3.503902	18.599905
2011-12-07	16.957291	6.838	47.965584	13.281699	3.483237	18.827358
2011-12-08	16.215315	6.178	47.466957	13.100021	3.373022	18.130325
2011-12-09	16.346708	6.208	48.025131	13.340093	3.421241	18.350441
2011-12-12	16.076193	6.082	47.266014	13.229791	3.336284	17.609381
2011-12-13	15.542895	5.890	47.154385	13.469861	3.244439	17.286535

## 2 Statistiche descrittive

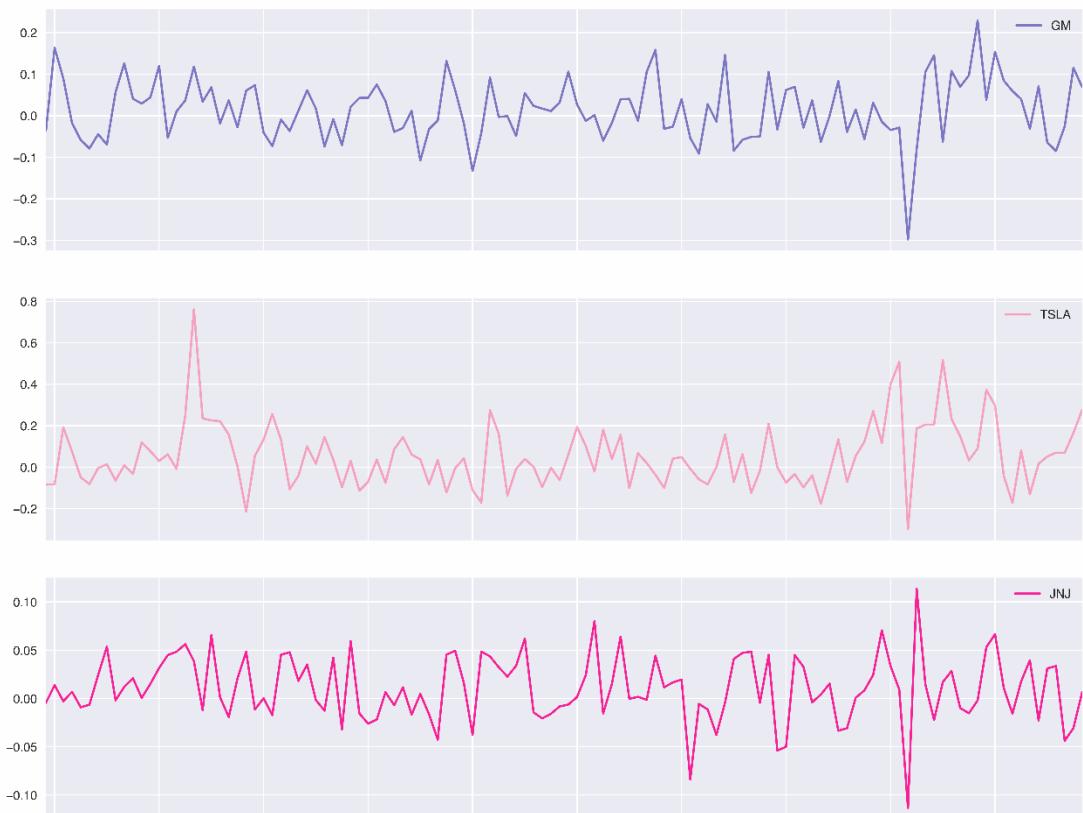
### 2.1 Rendimenti

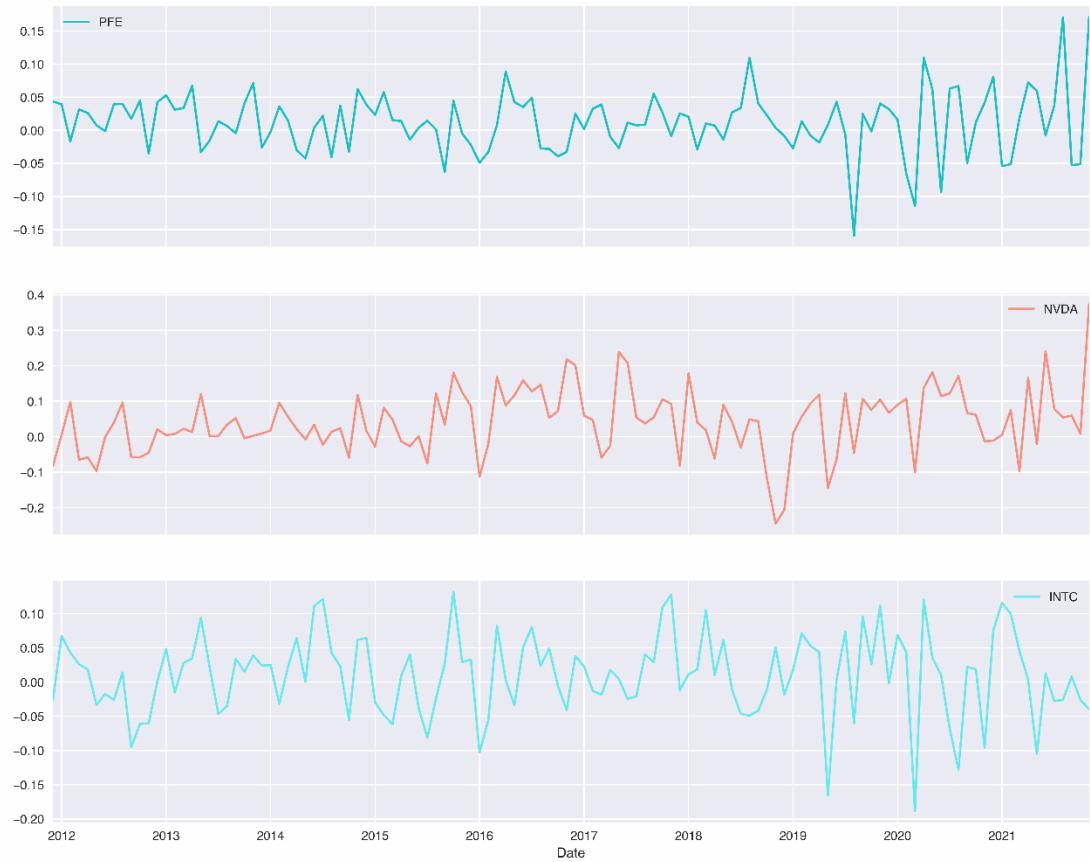
I seguenti risultati sono stati ricavati dai dati scaricati da Yahoo Finance aggregati mensilmente.

#### 2.1.1 Rendimenti semplici

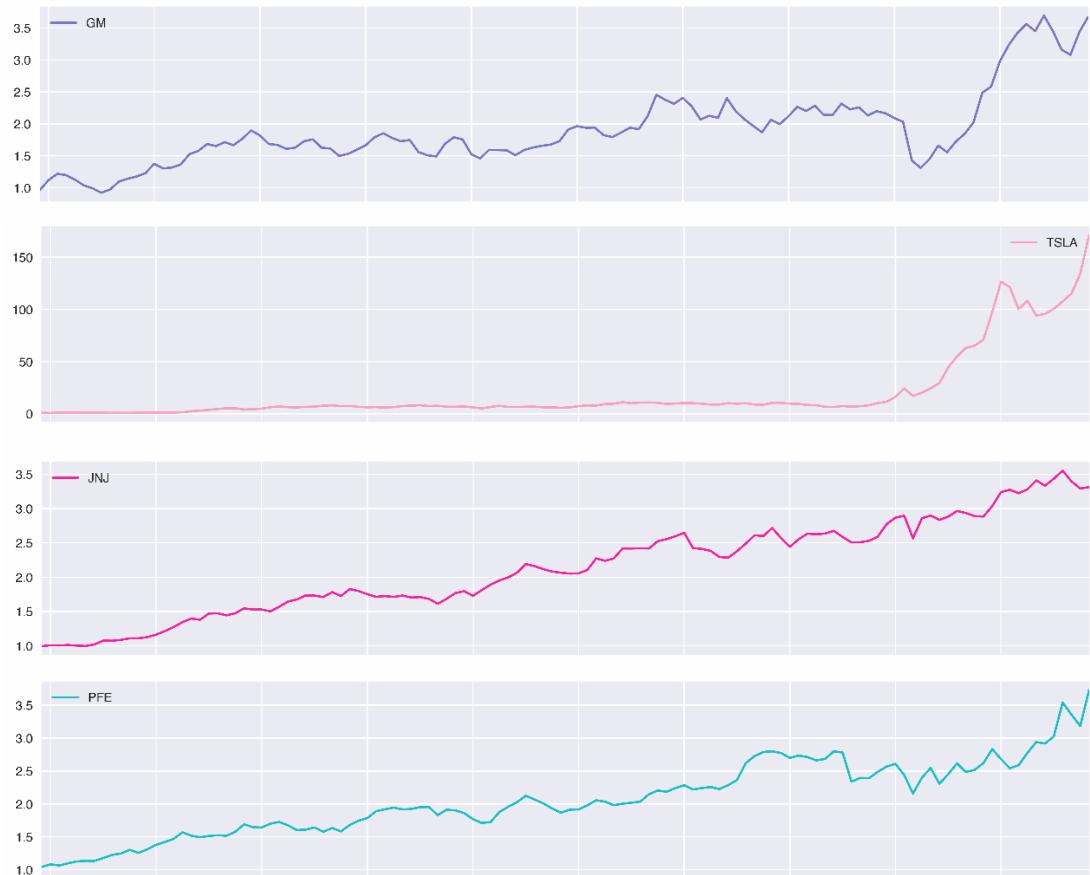
Si ottengono i rendimenti semplici con la formula seguente:

$$R_{t-1,t} = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} = \% \Delta P_t,$$





### 2.1.2 Rendimenti composti





### 2.1.3 Commenti

Visualizzando il grafico dei rendimenti semplici si intuisce immediatamente l'effetto che la pandemia ha avuto sui mercati azionari: si è tradotto infatti in una grande oscillazione dei rendimenti semplici (in corrispondenza del 2020 vediamo una notevole alterazione del grafico sia in senso positivo, sia in senso negativo), mentre relativamente a quelli composti vediamo che tutti i titoli hanno avuto chi più chi meno una caduta.

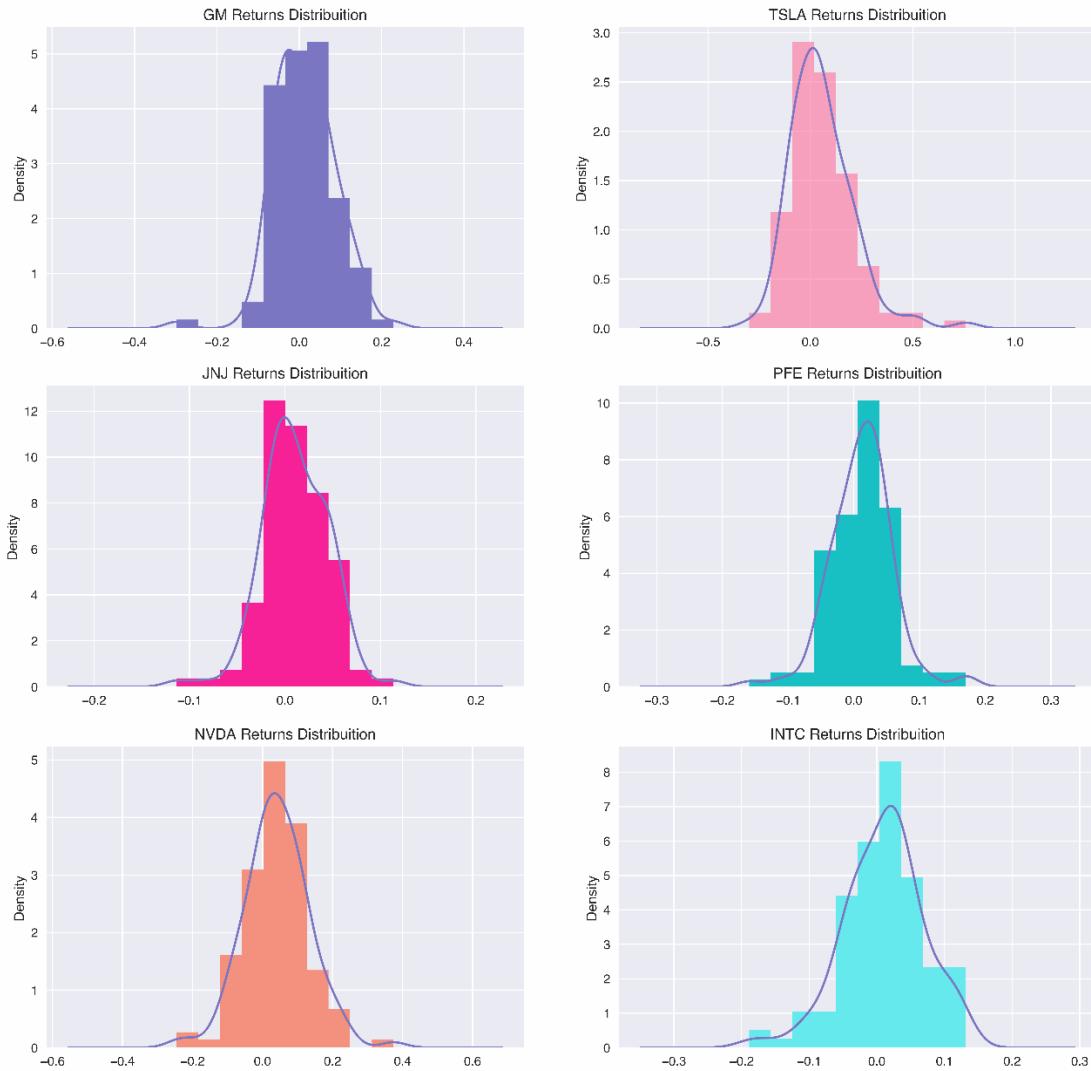
Tra tutti i rendimenti spiccano soprattutto quelli di Tesla, che crescono esponenzialmente dal 2021: come già accennato all'inizio il 2021 è stato un anno di grandi profitti per l'azienda di Musk, questo si è inevitabilmente riflesso sul mercato.

Notiamo però che anche General Motors dopo una caduta iniziale nel 2020 ha avuto una notevole crescita, con rendimenti nettamente inferiori ma in linea con l'andamento di Tesla.

I rendimenti più simili sono però di Johnson & Johnson e Pfizer, sia come quantità che come tipo: notiamo una crescita graduale negli anni molto correlata. Entrambe le aziende hanno risposto alla richiesta del settore che si è mantenuta costante.

## 2.2 Iistogrammi

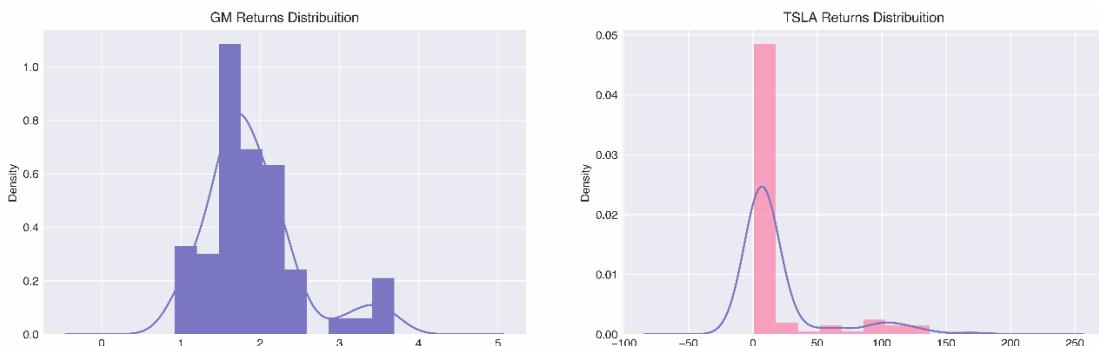
### 2.2.1 Rendimenti semplici

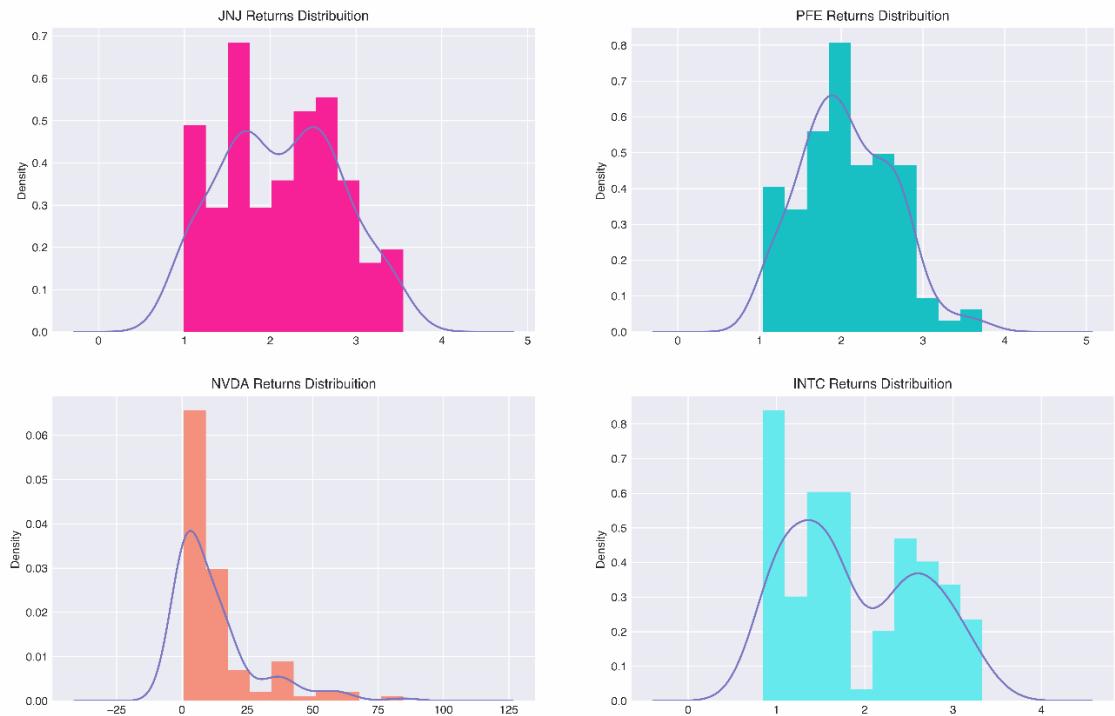


I rendimenti semplici hanno una distribuzione gaussiana, la maggior parte dei rendimenti sono vicini allo zero.

Si può osservare come General Motors, Pfizer e Intel abbiano pochi rendimenti lontani dallo zero, mentre la forma più atipica è di Tesla, con un'evidente asimmetria soprattutto a destra.

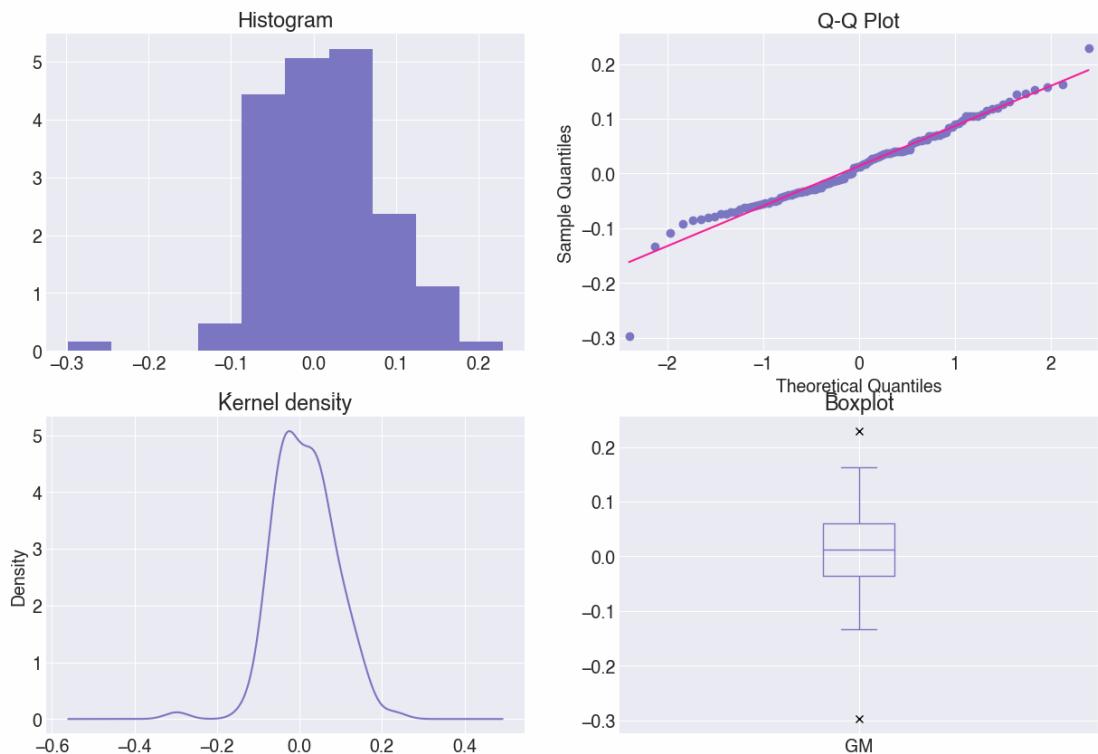
### 2.2.2 Rendimenti composti





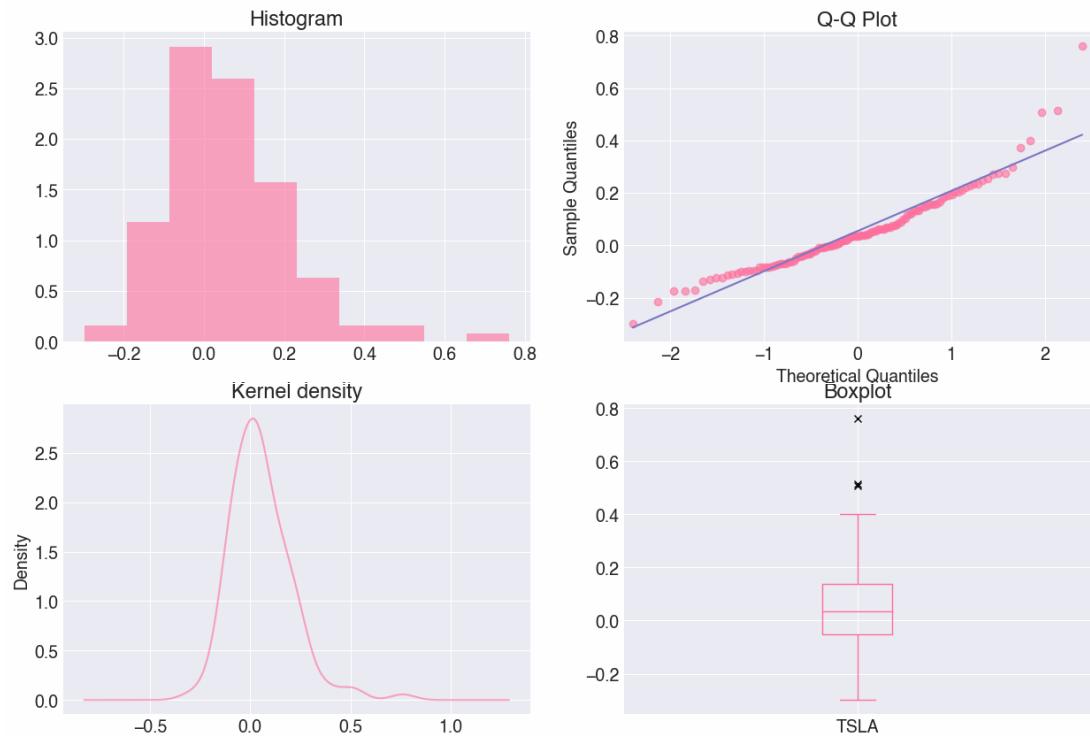
### 2.3 Grafici diagnostici a quattro sezioni

- GM



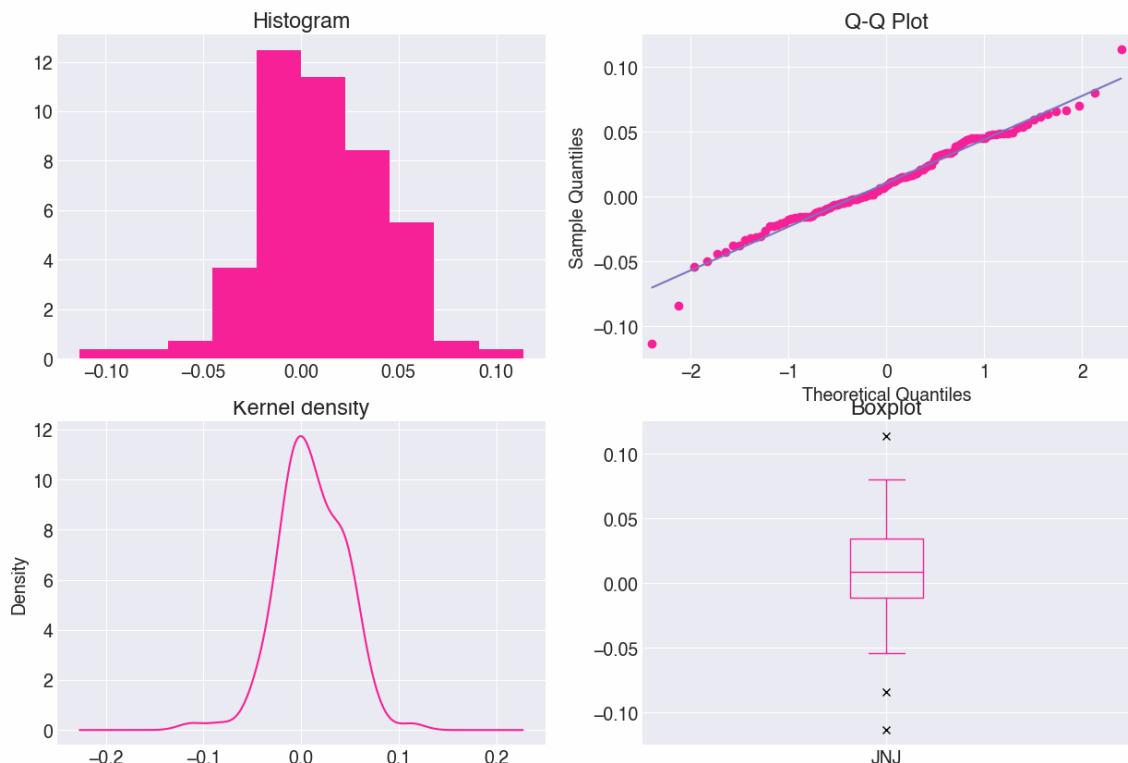
I rendimenti sono distribuiti abbastanza normalmente, ci sono 2 outliers comunque non troppo distanti dalla media.

- TSLA



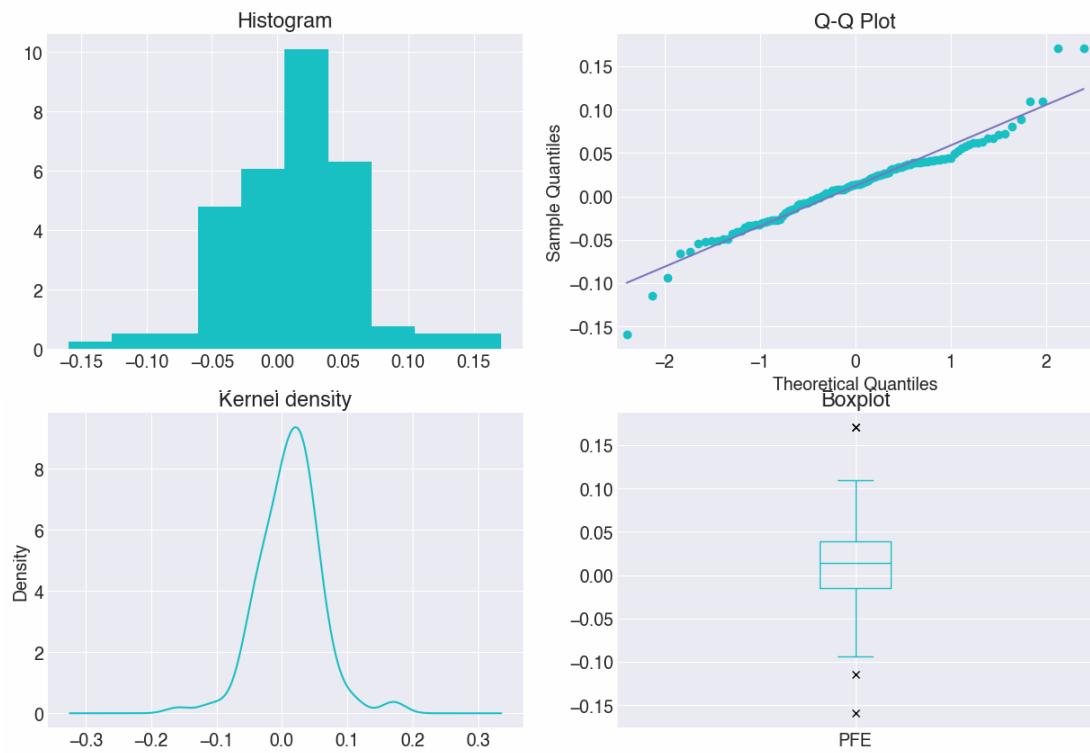
I rendimenti sono distribuiti poco normalmente, la curva è asimmetrica soprattutto a destra e ci sono 3 valori anomali anche molto distanti dalla media.

- JNJ



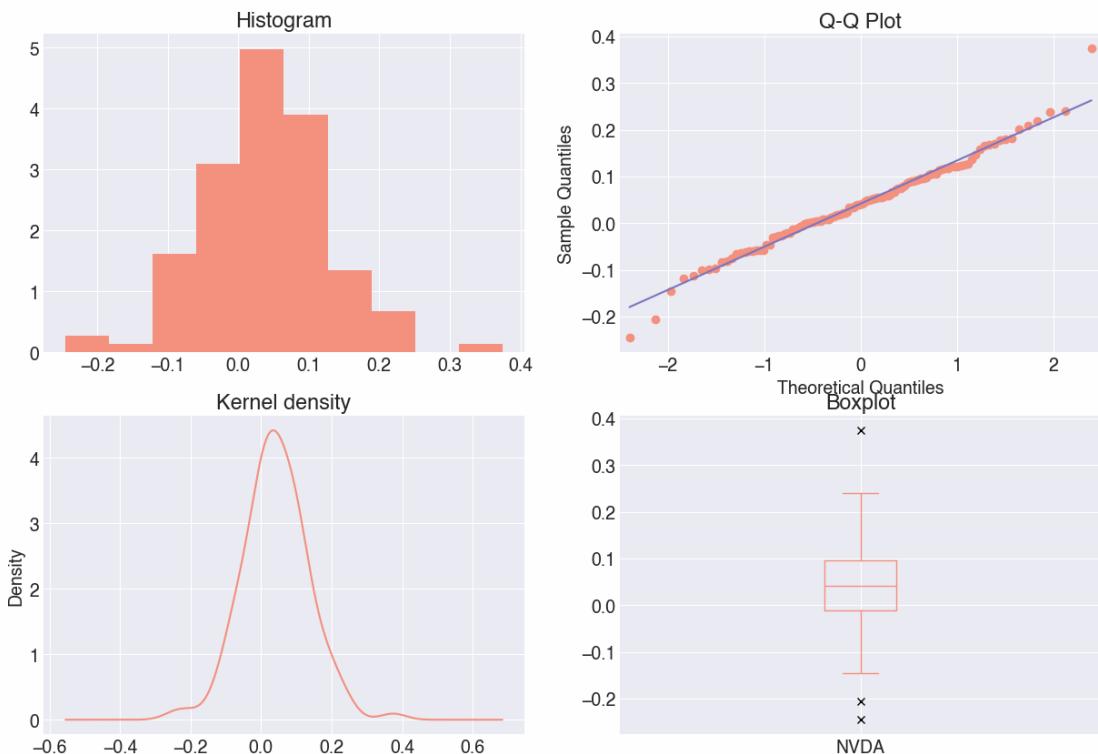
La distribuzione è abbastanza normale, ci sono 3 outliers, non troppo distanti dalla media.

- PFE



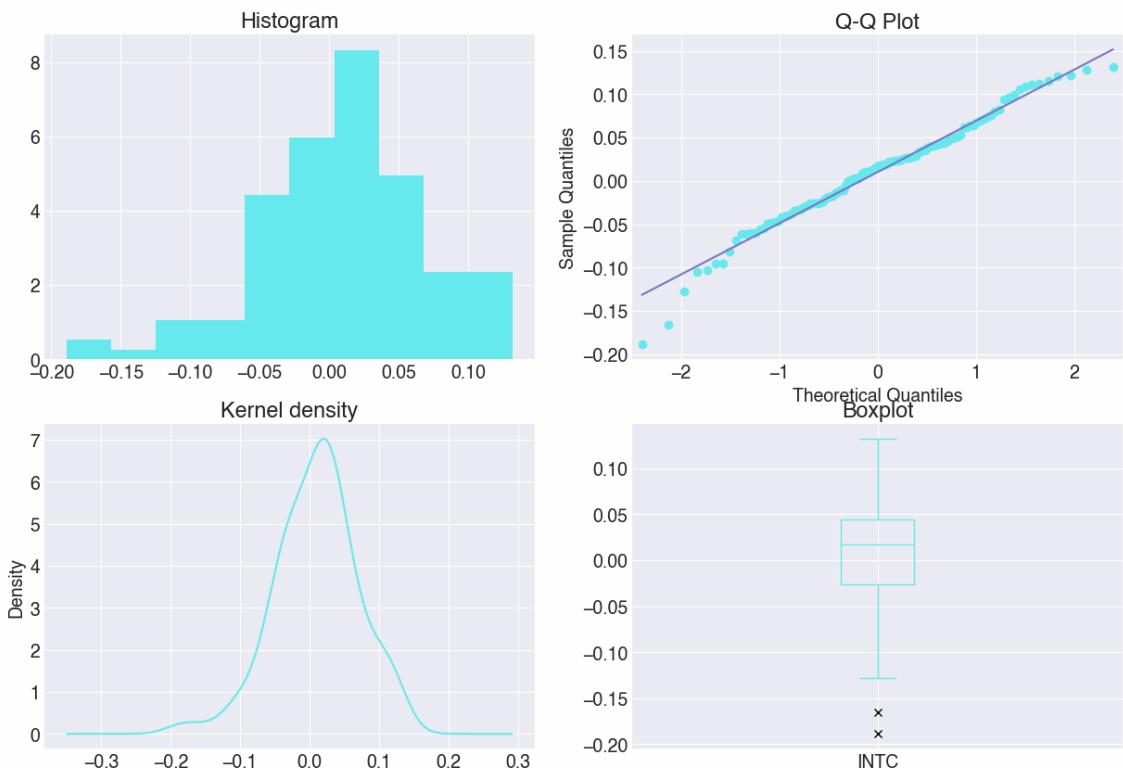
I valori sono distribuiti normalmente, la curva è abbastanza simmetrica e ci sono 3 valori anomali non troppo distanti dalla media.

- NVDA



La distribuzione è normale, la curva è abbastanza simmetrica e ci sono 3 outliers.

- INTC



I valori sono distribuiti abbastanza normalmente e ci sono 2 valori anomali non troppo distanti dalla media.

## 2.4 Statistiche descrittive univariate

### 2.4.1 Analisi delle statistiche

Ticker	Media	Varianza	Deviazione Standard	Asimmetria	Curtosi
<b>GM</b>	0.0136	0.0054	0.0735	-0.2196	1.9447
<b>TSLA</b>	0.0541	0.0237	0.1541	1.2628	3.5872
<b>JNJ</b>	0.0106	0.0011	0.0338	-0.2365	1.2175
<b>PFE</b>	0.0121	0.0022	0.0468	0.0313	2.5821
<b>NVDA</b>	0.0418	0.0086	0.0927	0.1212	1.3015
<b>INTC</b>	0.0101	0.0035	0.0593	-0.4173	0.7682

Il rendimento più basso è di Johnson & Johnson, quello più alto è di Tesla. La differenza tra i due è significativa, Tesla ha un rendimento cinque volte maggiore. Simili Johnson & Johnson e Pfizer, molto diversi NVIDIA – Intel, Tesla – General Motors nonostante siano dello stesso settore.

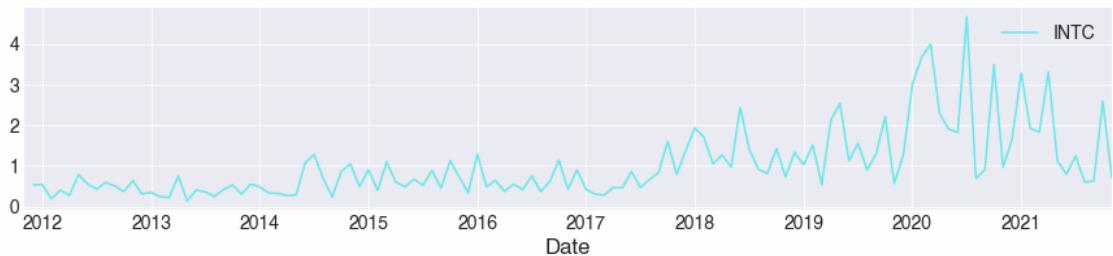
La deviazione standard più alta è prevedibilmente di Tesla, quella più bassa di Johnson & Johnson. In questo caso vediamo che ad un rendimento più alto è associata una maggiore deviazione standard.

Si osserva che tutti e sei i titoli presentano una forma di distribuzione leptocurtica, il valore più basso di curtosi lo presenta Intel, nonostante non abbia un'asimmetria molto bassa. Il titolo più simmetrico è Pfizer, che però presenta una curtosi molto alta. NVIDIA e Johnson & Johnson sono probabilmente le due azioni che più si avvicinano ad una distribuzione normale, mentre il titolo più lontano da essa è Tesla, con curtosi e asimmetria elevate.

#### 2.4.2 Evoluzione nel tempo della volatilità

È possibile analizzare l'evoluzione nel tempo della volatilità calcolando come si è evoluta la deviazione standard nel tempo:



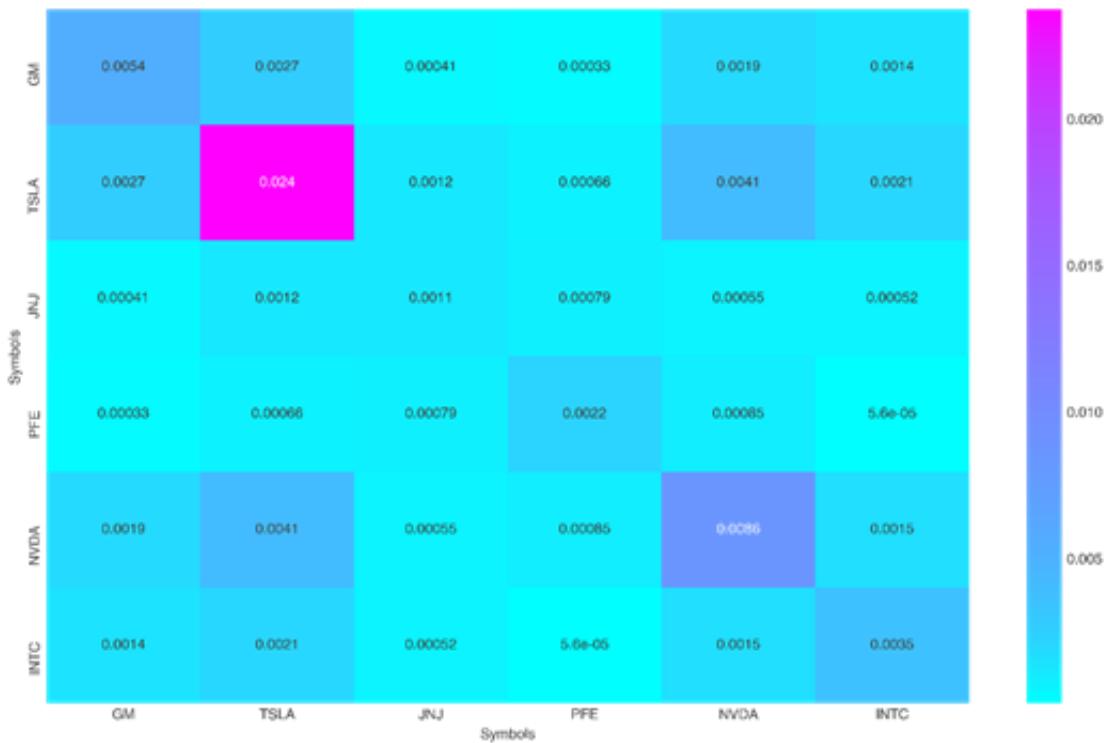


I grafici denotano un aumento significativo della volatilità per tutti i titoli dopo il 2020, sicuramente causato dall'impatto della pandemia. È però Tesla ad avere la volatilità più alta negli ultimi periodi e si può notare che coincide con un considerevole rialzo dei rendimenti. La stessa osservazione vale per NVIDIA, l'aumento della volatilità coincide con maggiori rendimenti.

Infatti, al crescere della volatilità cresce la probabilità che i movimenti di prezzo siano molto ampi (in questo caso in aumento). Si può osservare che per l'influenza della pandemia è cresciuta l'incertezza, quindi la volatilità di tutti i titoli, risultando però in una serie di movimenti di prezzo negativi.

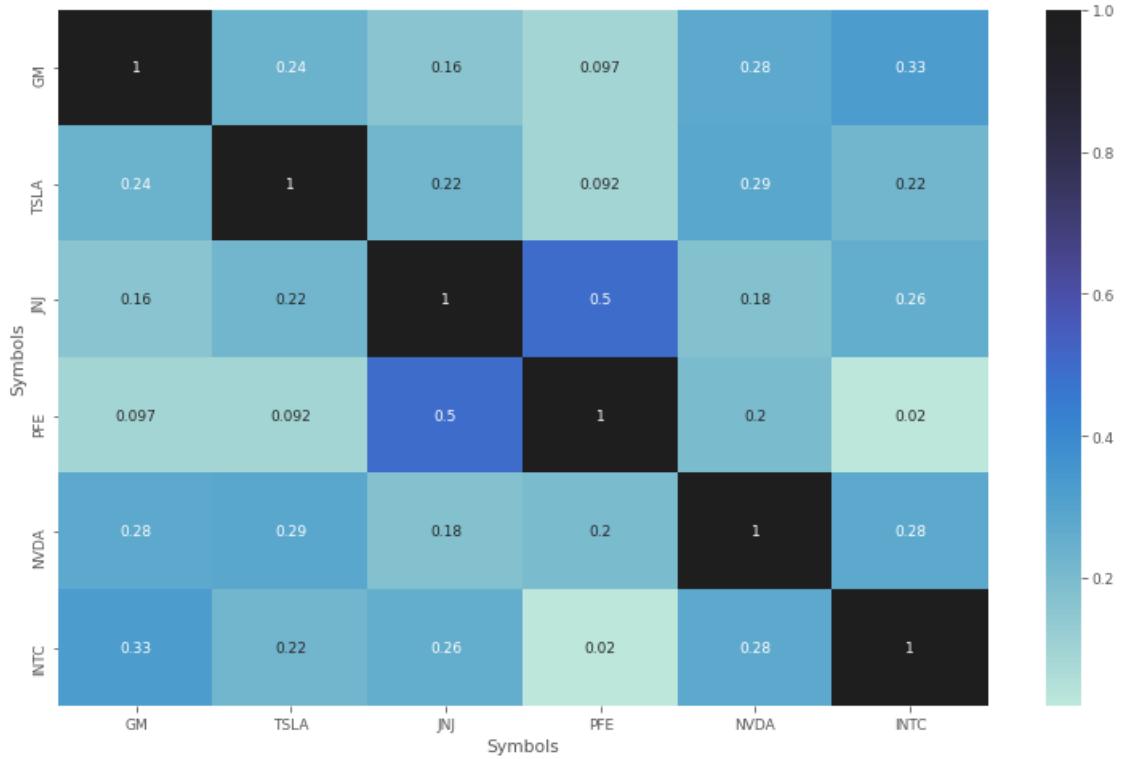
## 2.5 Analisi delle relazioni tra i rendimenti

### 2.5.1 Matrice di varianze/covarianze dei rendimenti



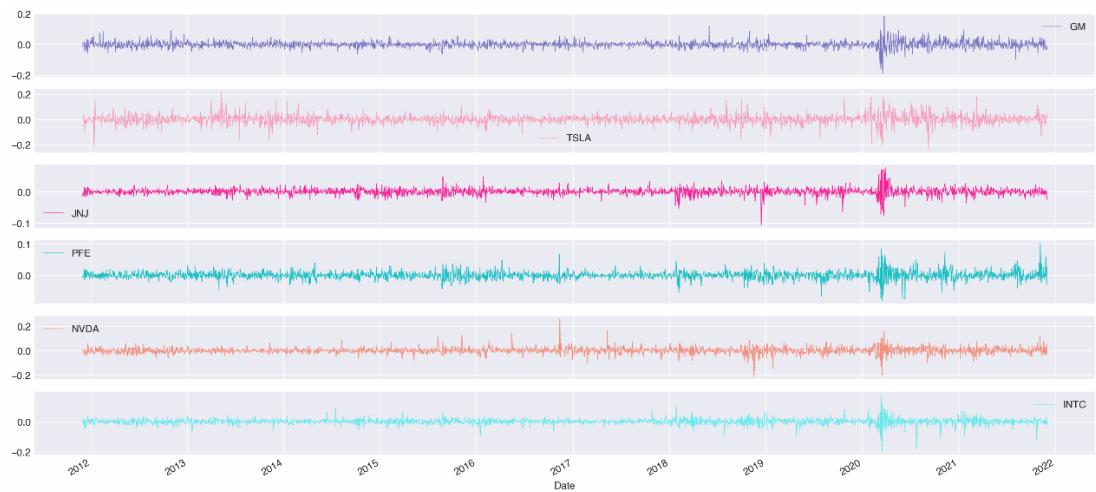
Si osserva che il titolo più rischioso è indubbiamente Tesla, che presenta valori molto elevati che si distaccano nettamente dagli altri titoli.

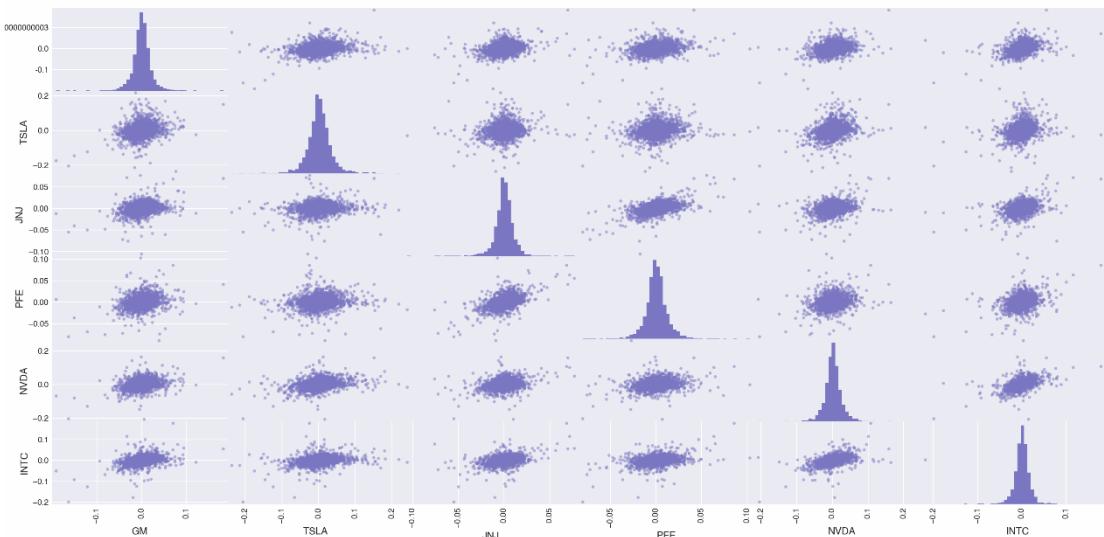
### 2.5.2 Matrice di correlazione dei rendimenti



Si nota che i titoli più correlati appartengono allo stesso settore, ma in particolar modo Johnson & Johnson, come già osservato dal grafico dei rendimenti, sono i più correlati. I meno correlati sono invece Pfizer e Intel.

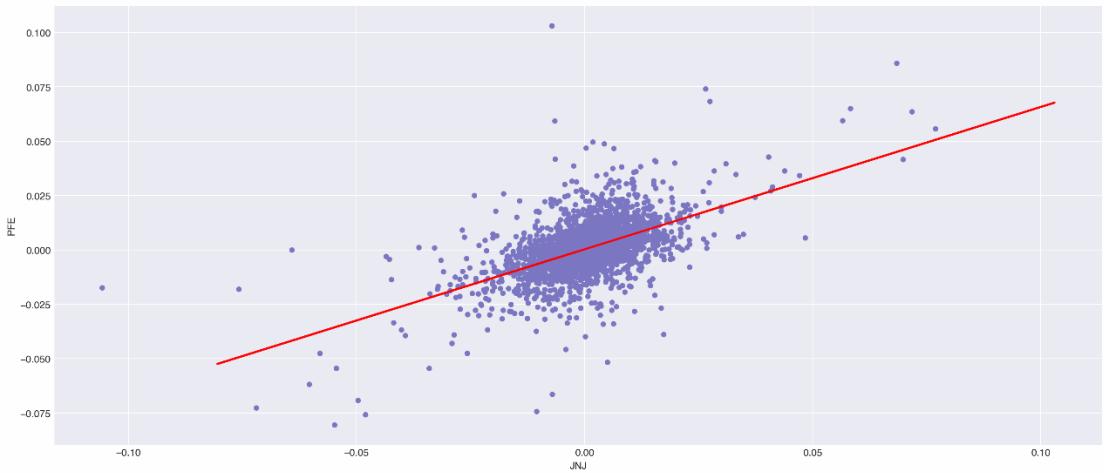
### 2.5.3 Grafici di dispersione delle correlazioni medie





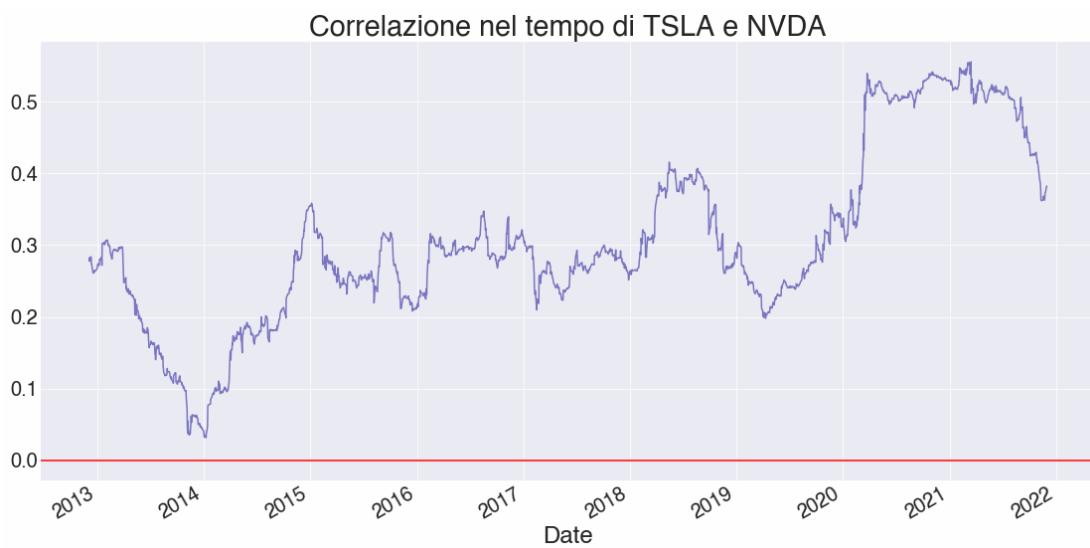
La dispersione negli scatter plots confermano le relazioni lineari tra le coppie di rendimenti. La nuvola dei valori mostra una forte correlazione positiva tra le due aziende farmaceutiche.

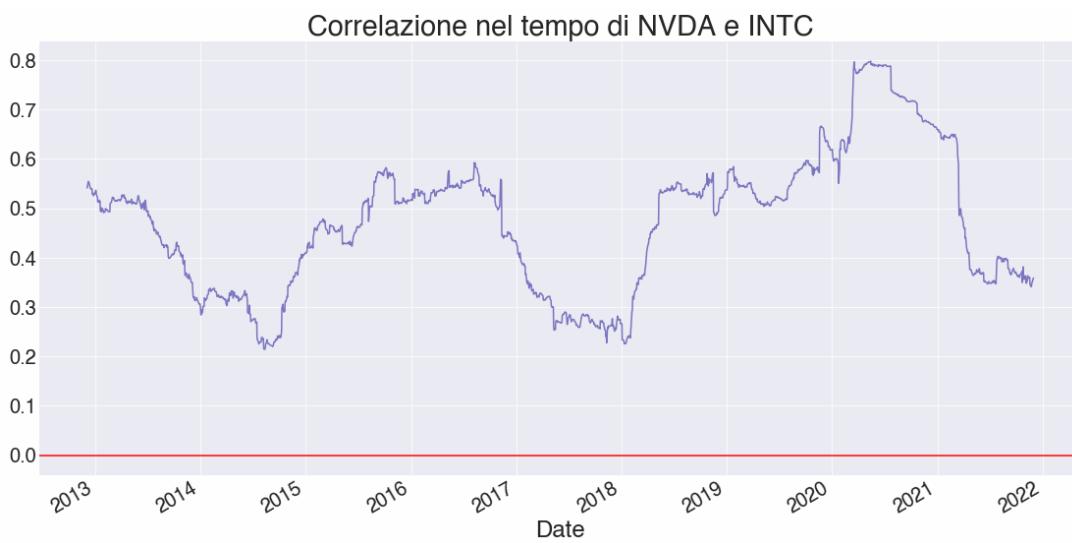
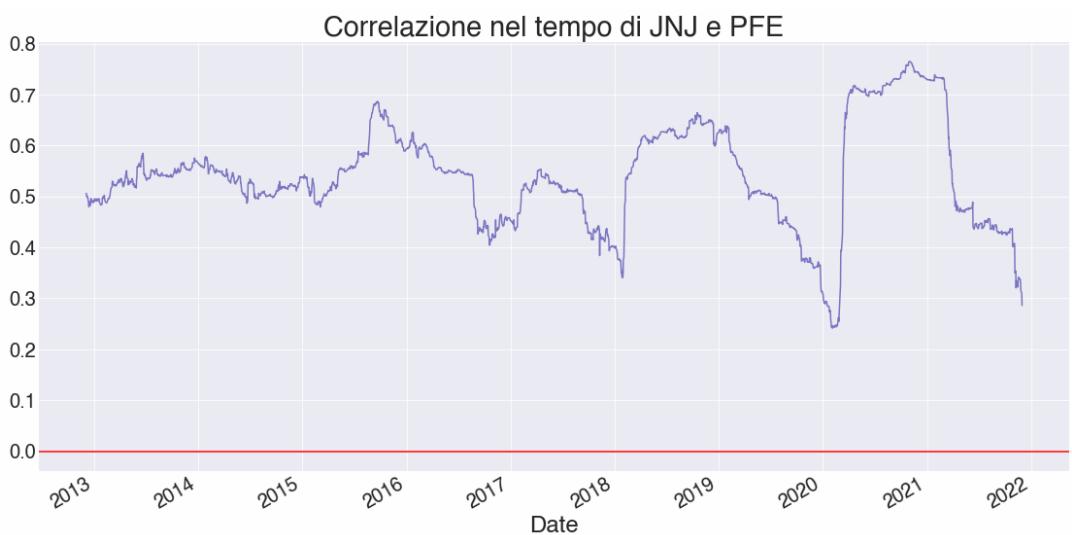
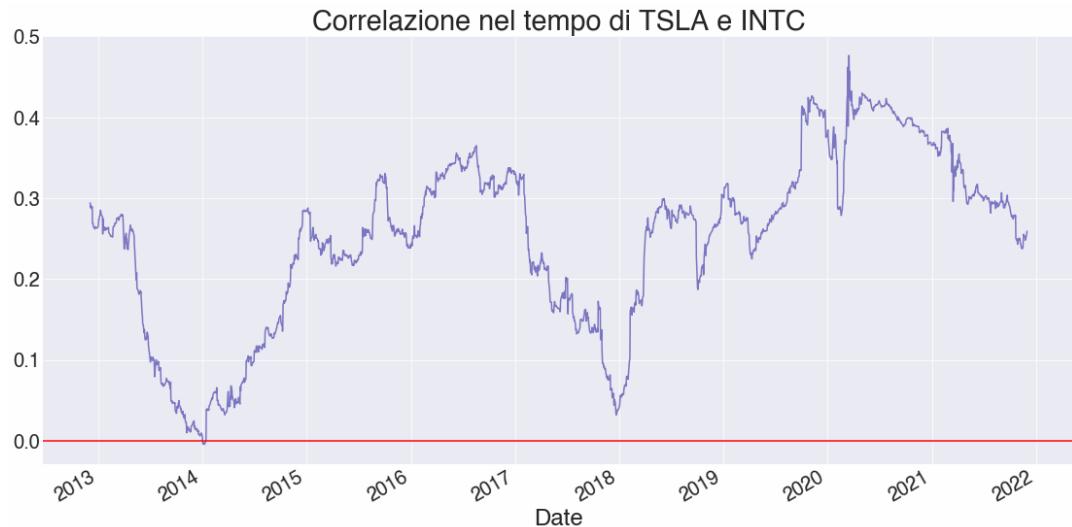
Elaborando il grafico che disegna la retta di regressione si delinea una retta di regressione molto inclinata, indice di forte correlazione positiva:

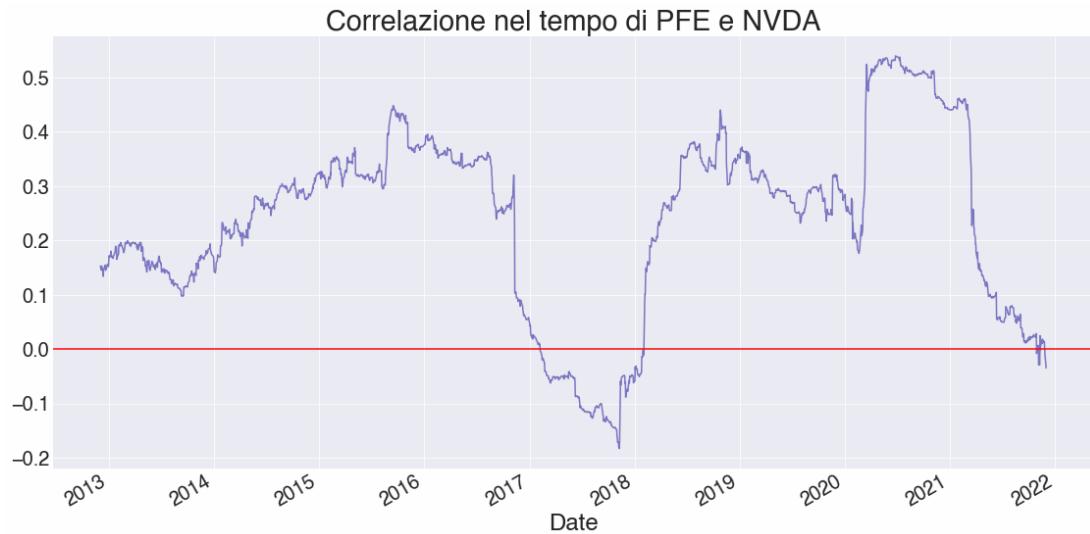




#### 2.5.4 Evoluzione nel tempo delle correlazioni







La correlazione tra Johnson & Johnson e Pfizer si mantiene sempre molto alta nel tempo, precipitando per un breve periodo all'inizio del 2020.

Allo stesso modo, NVIDIA e Intel sono stati per tutto il periodo fortemente correlati, si tracciano solo due tendenze negative nella correlazione positiva a fine 2014 e nel 2017.

In generale si osserva tra molte coppie di titoli un calo nella correlazione positiva nel 2017, per poi risalire nel 2018.

Si può notare inoltre una correlazione fortemente positiva tra Tesla e le due aziende di semiconduttori lungo tutto il periodo di tempo.

Le correlazioni tra i titoli si presentano quasi sempre come nulle o positive, l'unica eccezione sono Pfizer e NVIDIA che raggiungono a fine 2017 una correlazione negativa.

### 3 Analisi di previsione con SARIMAX

#### 3.1 Premesse

Per il forecasting dei titoli è stato scelto il modello **SARIMAX**.

Il modello ARIMA è un'estensione dell'approccio ARMA per modellare autocorrelazioni nei dati, nonostante si tratti sempre di un modello a regressione lineare.

Relativamente a questo modello di machine learning, si hanno 3 iperparametri da ricercare:  $p$ ,  $d$  e  $q$ :

- AR( $p$ ): termine autoregressivo con ordine  $p$
- I( $d$ ) → termine integrato con ordine  $d$
- MA( $q$ ) → media mobile con ordine  $q$

Disegnando il grafico della funzione di autocorrelazione e della funzione di autocorrelazione parziale si identifica autocorrelazione significativa a diversi 'lag' (si veda il quarto grafico per ogni titolo – 'correlogramma').

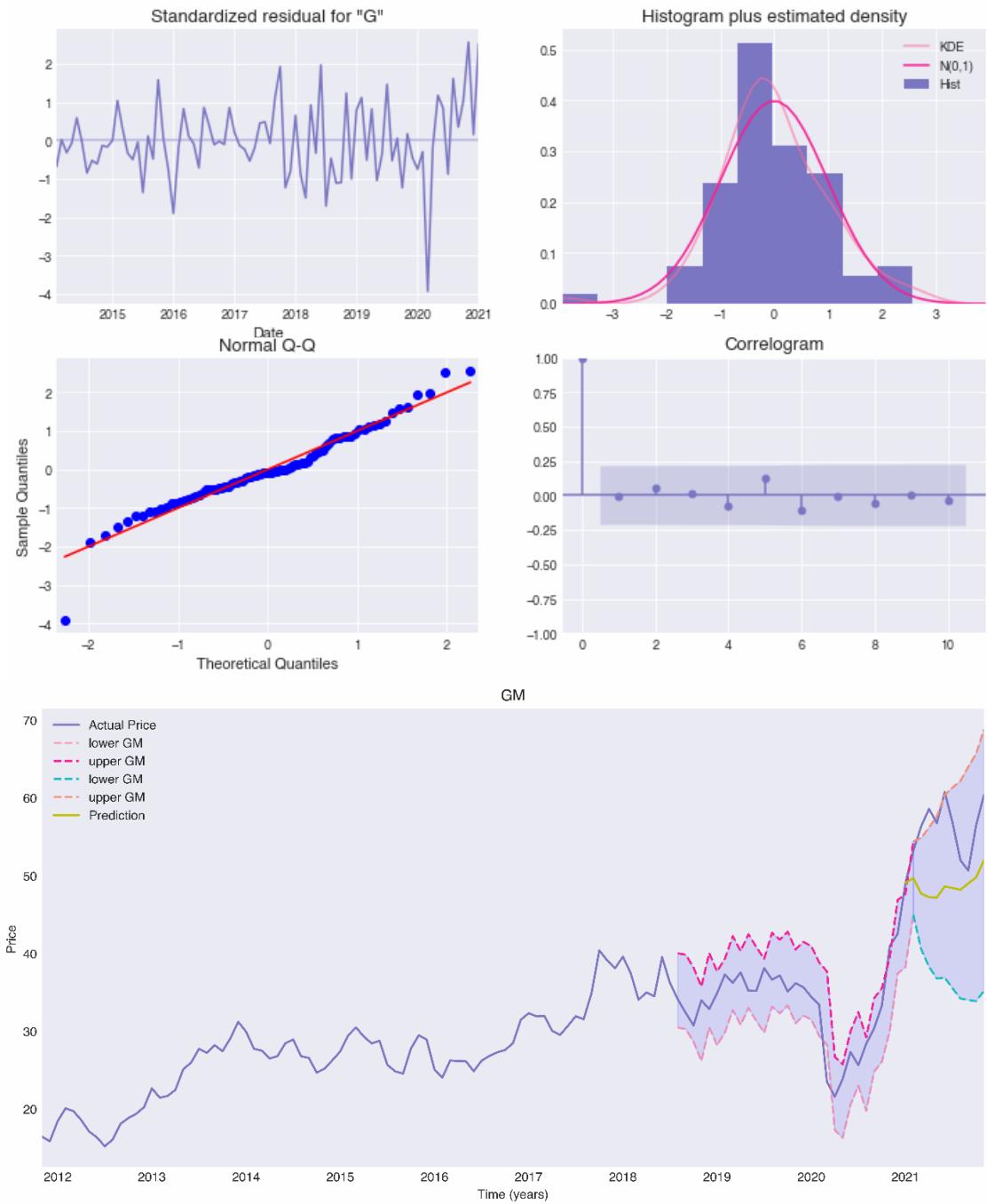
ARIMAX è un modello ARIMA con input esogeni, che consente di aggiungere ulteriori variabili in input.

SARIMAX è un modello ARIMAX stagionale. Per le serie temporali con effetti stagionali, possiamo includere termini AR e MA che modellano la periodicità e la stagionalità. ARIMAX( $p,d,q$ ) diventa quindi SARIMAX( $p,d,q$ ) $\times(P,D,Q)$ . Il dataset è stato suddiviso nel seguente modo:

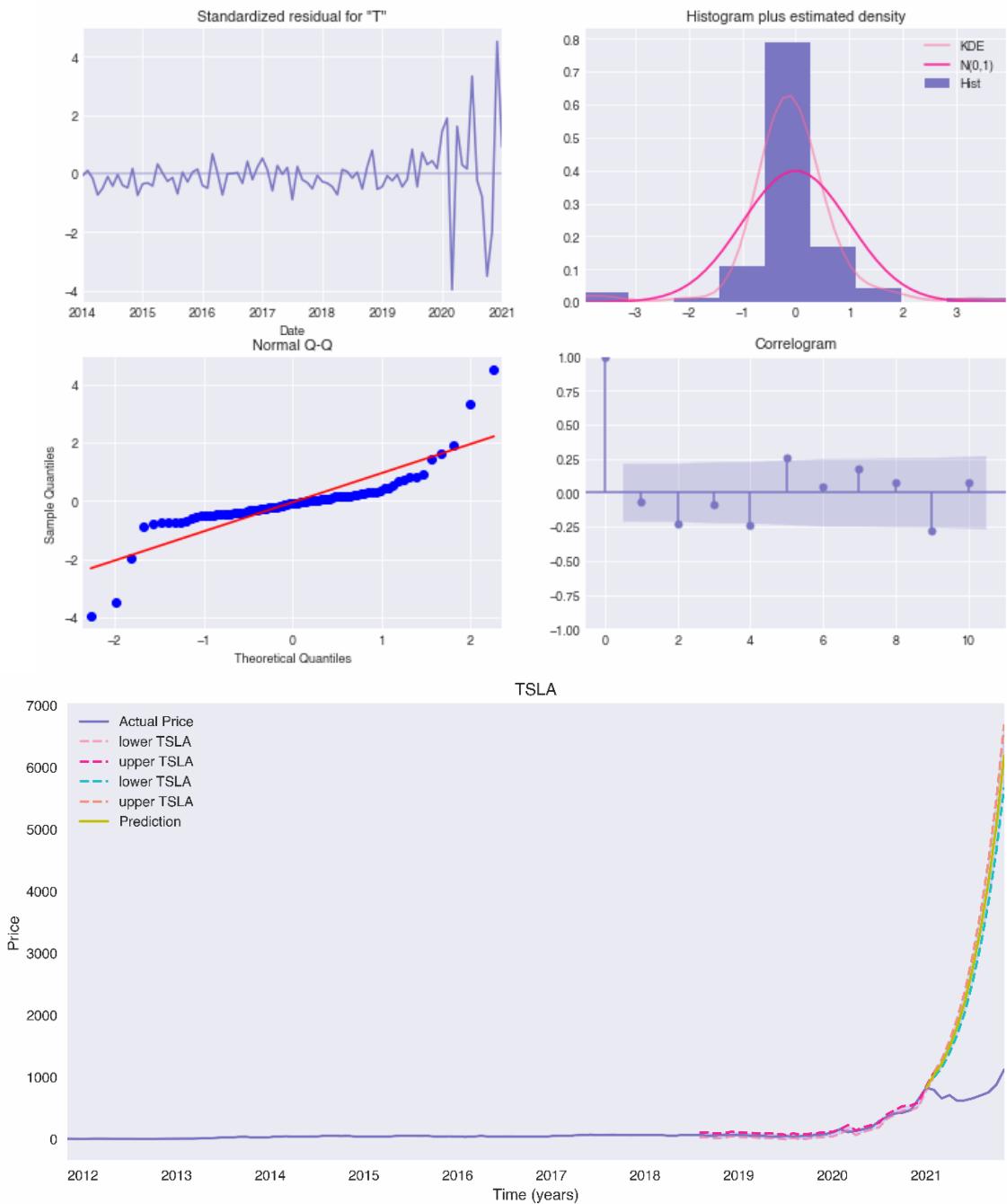
- 80 mesi per il **training**
- 30 mesi per la **validation**
- 10 mesi per il **test**

### 3.2 Risultati

- GM



- TSLA



- JNJ



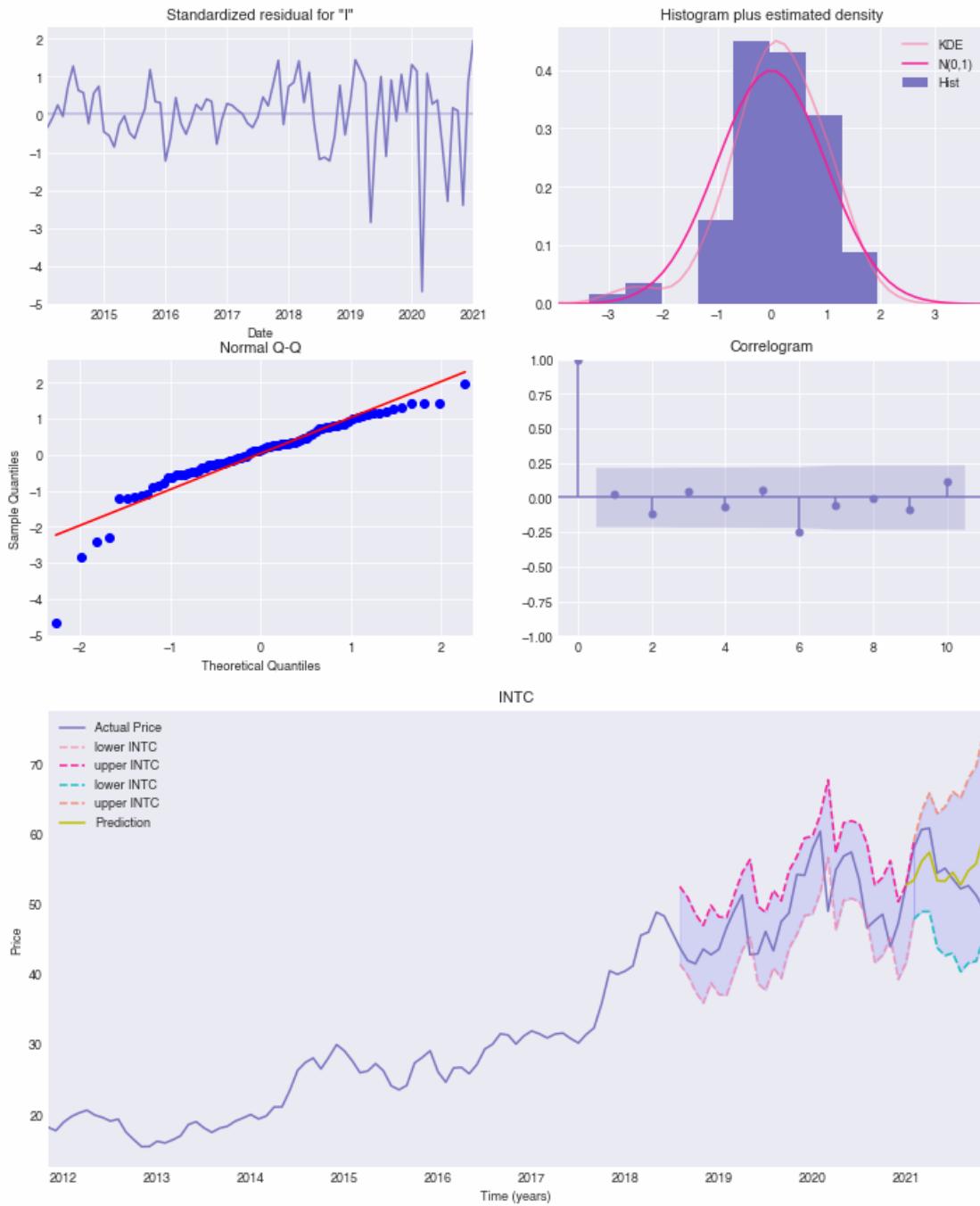
- PFE



- NVDA



- INTC



### 3.3 Commenti

Degna di nota è la previsione relativa a Tesla: data l'impennata significativa a fine 2020, la derivata ha influito decisamente sulla previsione che risulta esponenziale, elaborando dei prezzi che si rivelano essere quasi dieci volte maggiori di quelli effettivi.

Più accurate invece sono le previsioni di General Motors, Johnson & Johnson e Intel, mentre si può osservare come la previsione di NVIDIA sia sottostimata, dato che si è verificata una tendenza molto positiva nel 2021 molto distante da quanto si può ricavare dai dati nel passato. Similmente a NVIDIA, anche la previsione per Pfizer viene sottostimata a causa dell'ottimo andamento del titolo nel 2021, non confermato dai dati precedenti.

## 4 Strategie di trading e backtesting – SMA e EWM

### 4.1 Premesse

Si è voluta testare la strategia basata sulle medie mobili e sulle medie mobili esponenziali per l'analisi dei rendimenti dei titoli, successivamente confrontandola con la strategia buy & hold effettuata sempre sullo stesso titolo.

### 4.2 Risultati

- GM

STRATEGIA	RENDIMENTI
<b>BUY AND HOLD</b>	3.5168841013966534
<b>SMA</b>	1.7527116028078624
<b>EWM</b>	8.255977246960999



- TSLA

STRATEGIA	RENDIMENTI
<b>BUY AND HOLD</b>	174.82590629829136
<b>SMA</b>	59.60161256789696
<b>EWM</b>	327.7784518064859



- JNJ

STRATEGIA	RENDIMENTI
<b>BUY AND HOLD</b>	3.196124361613785
<b>SMA</b>	1.7832107294748476
<b>EWM</b>	2.9688670053870894



- PFE

STRATEGIA	RENDIMENTI
<b>BUY AND HOLD</b>	4.06178371437707
<b>SMA</b>	1.6680245801104503
<b>EWM</b>	4.55983086979614



- NVDA



- INTC





### 4.3 Commenti

In tutti i casi vediamo come la strategia basata sulle medie mobili esponenziali sia la migliore, seguita dalla buy & hold e come peggiore strategia abbiamo quella basata sulle medie mobili.

## 5 CAPM

### 5.1 Premesse

Il beta del titolo rispetto al mercato è stato calcolato utilizzando l'indice S&P 500.

È stata inoltre stimata l'esposizione dei titoli ai tre fattori di rischio Fama-French:

- Fattore mercato (MKT)
- Fattore dimensione (SMB)
- Fattore valore (HML)

### 5.2 Risultati

#### 5.2.1 Beta dei titoli rispetto al mercato

<b>GM</b>	1.240834848959984
<b>TSLA</b>	1.813991230108995
<b>JNJ</b>	0.7200194493307149
<b>PFE</b>	0.7564921820097185
<b>NVDA</b>	1.345363557060653
<b>INTC</b>	0.6895759298512484

I titoli il cui beta è maggiore di 1 sono General Motors, Tesla e NVIDIA. Questo significa che l'asset e il mercato sono correlati in maniera positiva e il rischio del portafoglio è maggiore del rischio di mercato. Questo rischio potrebbe portare ad un compenso in quanto per il CAPM il portafoglio potrebbe battere il mercato.

Gli altri hanno un beta tra 0 e 1, ovvero esiste una certa correlazione tra il rendimento dell'azione il rendimento del mercato, ma lascia aperta la possibilità che la volatilità dell'azione sia maggiore della volatilità del mercato.

### 5.2.2 Esposizione dei titoli ai fattori di rischio Fama-French

GM						
COLUMN	COEFFICIENT	STANDARD ERROR	T	P> T	[0.025]	0.975]
Intercept	0.0021	0.006	0.344	0.732	-0.010	0.014
MKT	10.282	0.151	6.813	0.000	0.729	1.327
SMB	0.7703	0.243	3.168	0.002	0.289	1.252
HML	0.8135	0.191	4.264	0.000	0.436	1.191

Il fattore MKT è alto, GM è quindi molto dipendente dall'andamento del mercato azionario.

TSLA						
COLUMN	COEFFICIENT	STANDARD ERROR	T	P> T	[0.025]	0.975]
Intercept	0.0311	0.016	1.914	0.058	-0.001	0.063
MKT	18.913	0.409	4.622	0.000	1.081	2.702
SMB	0.2626	0.659	0.398	0.691	-1.044	1.569
HML	-0.8314	0.517	-1.607	0.111	-1.856	0.193

Il fattore MKT è molto alto, TSLA è quindi molto dipendente dall'andamento del mercato azionario ed è un titolo caro, quindi è esposto negativamente a HML.

JNJ						
COLUMN	COEFFICIENT	STANDARD ERROR	T	P> T	[0.025]	0.975]
Intercept	0.0007	0.003	0.228	0.820	-0.006	0.007
MKT	0.7295	0.081	9.027	0.000	0.569	0.890
SMB	-0.3983	0.130	-3.059	0.003	-0.656	-0.140
HML	0.0044	0.102	0.043	0.966	-0.198	0.207

JNJ è esposto negativamente al fattore SMB in quanto è a grande capitalizzazione.

PFE						
COLUMN	COEFFICIENT	STANDARD ERROR	T	P> T	[0.025]	0.975]
Intercept	0.0028	0.005	0.568	0.571	-0.007	0.013

<b>MKT</b>	0.7659	0.124	6.165	0.000	0.520	1.012
<b>SMB</b>	-0.3811	0.200	-1.904	0.059	-0.778	0.015
<b>HML</b>	-0.0751	0.157	-0.478	0.633	-0.386	0.236

PFE è esposto negativamente al fattore SMB in quanto è a grande capitalizzazione ed è un titolo caro, quindi è esposto negativamente a HML.

<b>NVDA</b>						
COLUMN	COEFFICIENT	STANDARD ERROR	T	P> T	[0.025	0.975]
<b>Intercept</b>	0.0242	0.009	2.611	0.010	0.006	0.043
<b>MKT</b>	13.692	0.233	5.870	0.000	0.907	1.831
<b>SMB</b>	0.0545	0.376	0.145	0.885	-0.690	0.799
<b>HML</b>	-0.7196	0.295	-2.441	0.016	-1.304	-0.136

Il fattore MKT è molto alto, TSLA è quindi molto dipendente dall'andamento del mercato azionario.

<b>INTC</b>						
COLUMN	COEFFICIENT	STANDARD ERROR	T	P> T	[0.025	0.975]
<b>Intercept</b>	0.0019	0.006	0.311	0.756	-0.010	0.014
<b>MKT</b>	0.6357	0.150	4.234	0.000	0.338	0.933
<b>SMB</b>	0.0697	0.242	0.288	0.774	-0.410	0.549
<b>HML</b>	0.0974	0.190	0.513	0.609	-0.279	0.473

Riscontriamo che INTC è moderato relativamente a tutti i fattori. I fattori SMB e HML sono comunque molto bassi, è un titolo moderatamente caro e a grande capitalizzazione.

### 5.2.3 Calcolo del rendimento atteso tramite beta

Si calcola il rendimento atteso tramite la seguente formula:

$$E(R_i) = r_f + \beta_i(E(R_M) - r_f)$$

<b>GM</b>	0.044794400786271504
<b>TSLA</b>	0.06305502840037096
<b>JNJ</b>	0.02820134454348333
<b>PFE</b>	0.02936335723569957
<b>NVDA</b>	0.048124660862557685
<b>INTC</b>	0.027231421166964923

## 6 Costruzione di portafoglio

### 6.1 Portafoglio ottimale

#### 6.1.1 Premesse

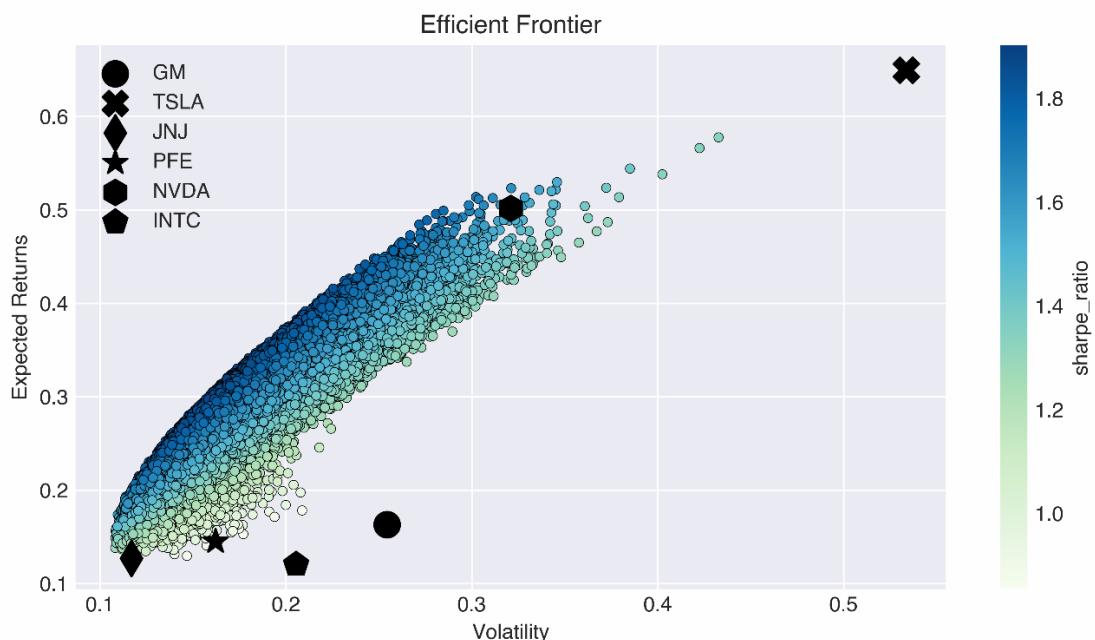
Si costruisce il portafoglio ottimale in termini di media-varianza sia con metodo analitico sia con metodo di simulazione utilizzando:

- Tutti e 120 i mesi
- I primi 110 mesi e gli ultimi 10 mesi predetti dal modello SARIMAX nel punto 3

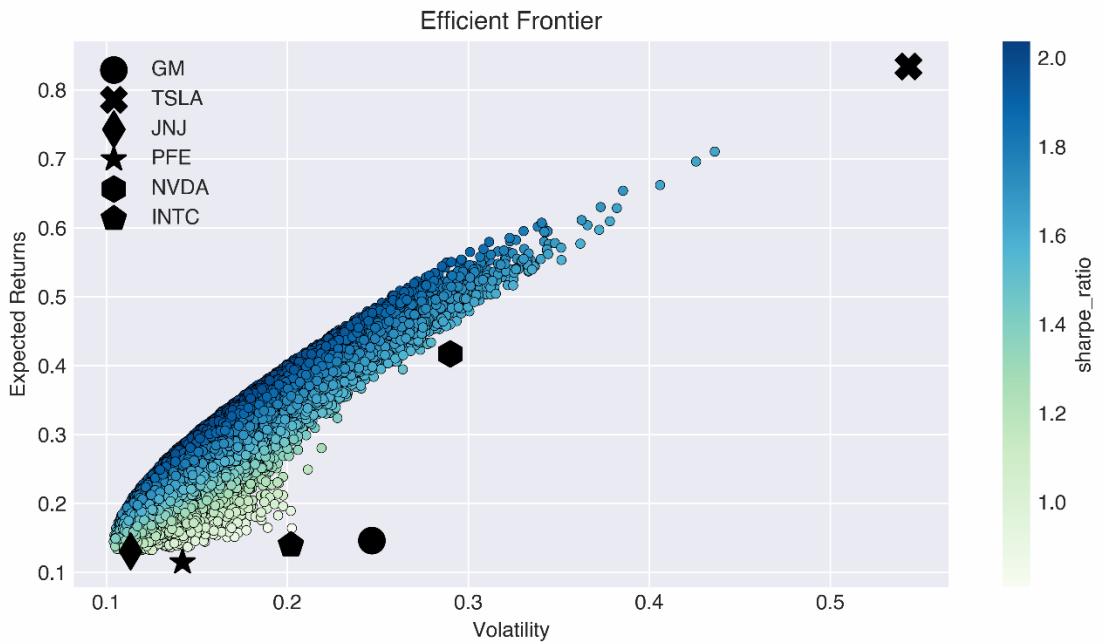
Per ogni dataset e per ogni metodo si è riportato il portafoglio con il massimo indice di Sharpe e quello con la minore volatilità.

#### 6.1.2 Generazione di portafogli

- 120 mesi

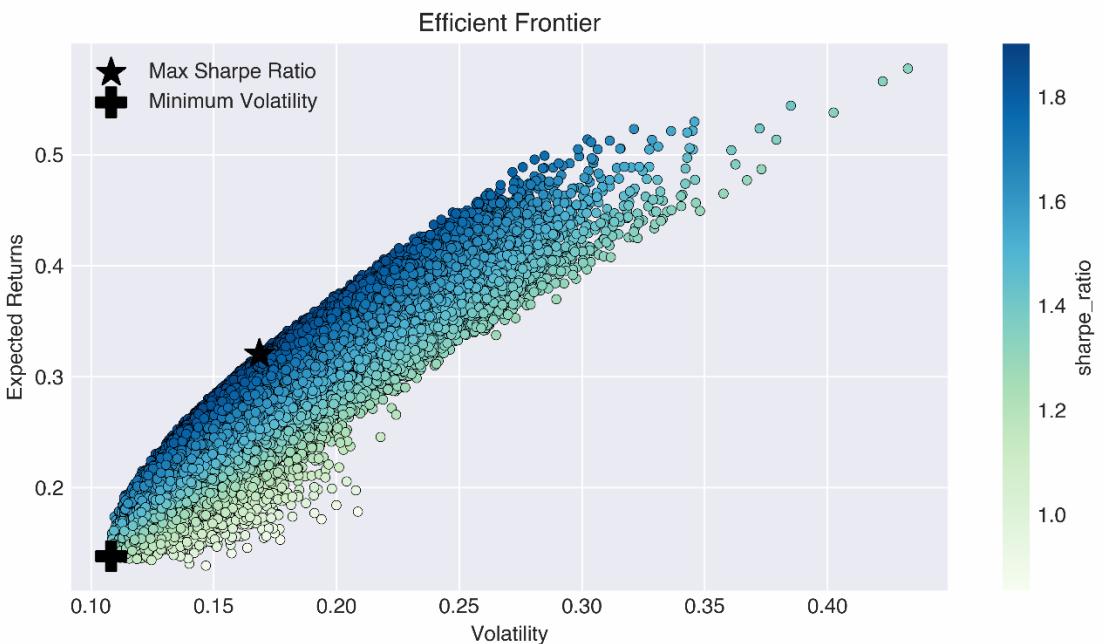


- 110 + 10 mesi



### 6.1.3 Metodo di simulazione – Metodo Monte Carlo

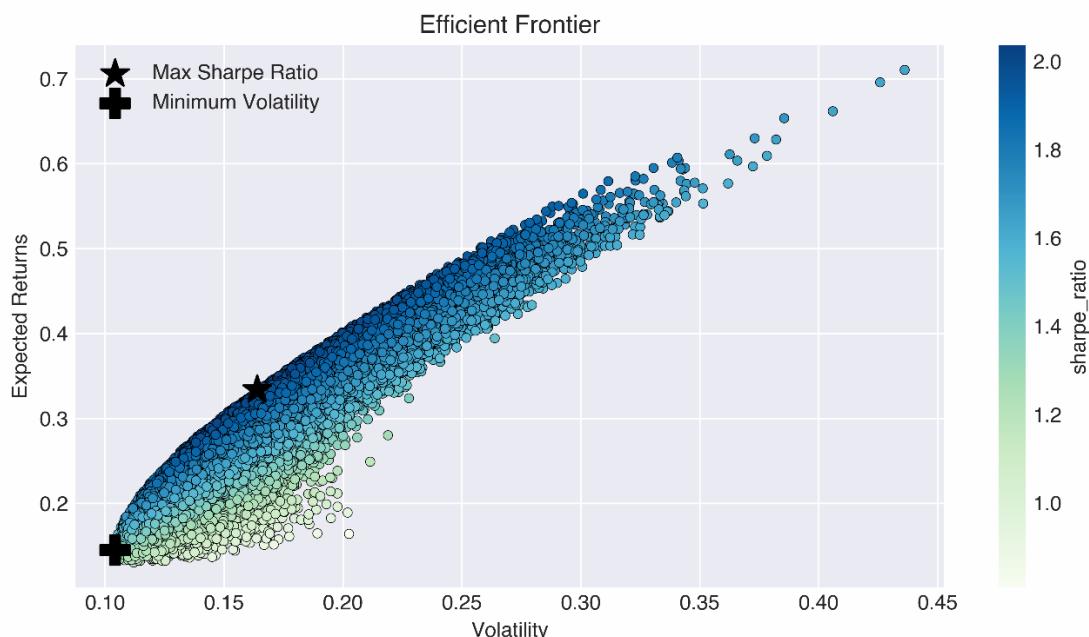
- 120 mesi



<b>MAX INDICE DI SHARPE</b>	
<b>Performance</b>	
<b>Rendimenti</b>	32.05%
<b>Volatilità</b>	16.85%
<b>Indice di Sharpe</b>	190.18%
<b>Pesi</b>	
GM: 1.53% TSLA: 12.93% JNJ: 36.22% PFE: 15.26% NVDA: 32.75% INTC: 1.31%	

<b>MIN VOLATILITÀ</b>	
<b>Performance</b>	
<b>Rendimenti</b>	13.82%
<b>Volatilità</b>	10.82%
<b>Indice di Sharpe</b>	127.74%
<b>Pesi</b>	
GM: 6.41% TSLA: 0.43% JNJ: 38.93% PFE: 30.21% NVDA: 0.69% INTC: 23.34%	

- 110 + 10 mesi

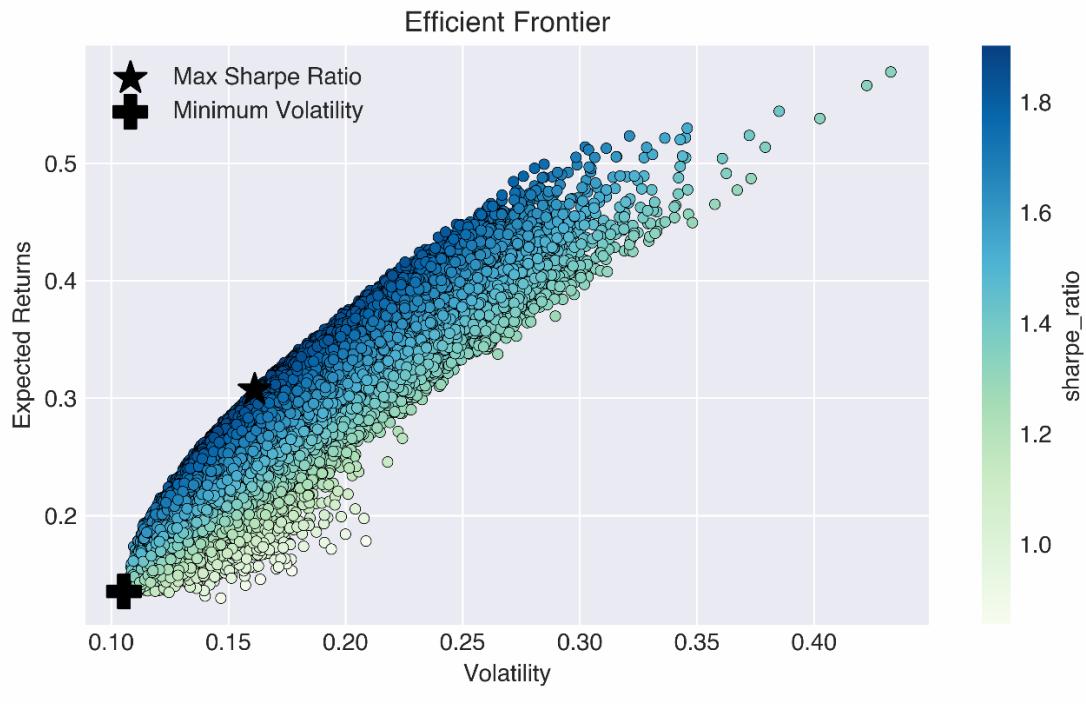


<b>MAX INDICE DI SHARPE</b>	
<b>Performance</b>	
<b>Rendimenti</b>	33.38%
<b>Volatilità</b>	16.40%
<b>Indice di Sharpe</b>	203.61%
<b>Pesi</b>	
GM: 0.28% TSLA: 17.09% JNJ: 35.78% PFE: 16.81% NVDA: 29.94% INTC: 0.10%	

<b>MIN VOLATILITÀ</b>	
<b>Performance</b>	
<b>Rendimenti</b>	14.47%
<b>Volatilità</b>	10.42%
<b>Indice di Sharpe</b>	138.93%
<b>Pesi</b>	
GM: 6.83% TSLA: 1.05% JNJ: 41.72% PFE: 34.31% NVDA: 3.47% INTC: 12.62%	

#### 6.1.4 Metodo analitico – Funzione di ottimizzazione Scipy

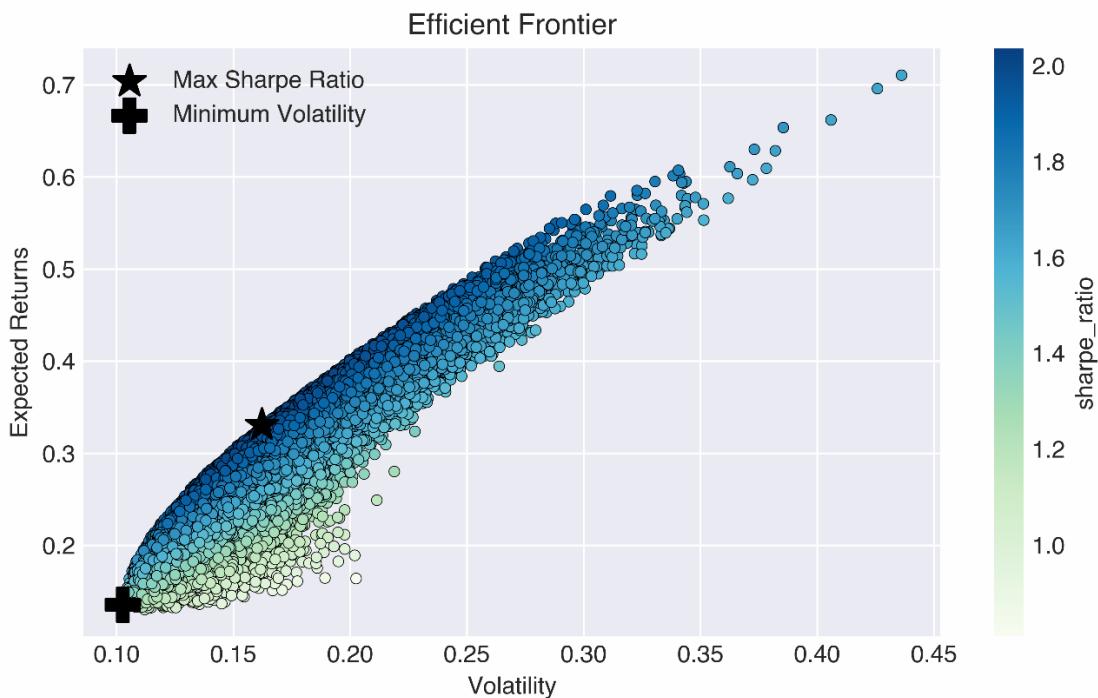
- 120 mesi



<b>MAX INDICE DI SHARPE</b>	
<b>Performance</b>	
<b>Rendimenti</b>	30.72%
<b>Volatilità</b>	16.11%
<b>Indice di Sharpe</b>	190.62%
<b>Pesi</b>	
GM: 0.55% TSLA: 11.36% JNJ: 40.25% PFE: 16.45% NVDA: 31.39% INTC: 0.00%	

<b>MIN VOLATILITÀ</b>	
<b>Performance</b>	
<b>Rendimenti</b>	13.55%
<b>Volatilità</b>	10.54%
<b>Indice di Sharpe</b>	128.58%
<b>Pesi</b>	
GM: 7.59% TSLA: 0.00% JNJ: 58.42% PFE: 19.27% NVDA: 0.80% INTC: 13.92%	

- 110 + 10 mesi



MAX INDICE DI SHARPE	
Performance	
Rendimenti	33.07%
Volatilità	16.22%
Indice di Sharpe	203.88%
Pesi	
GM: 0.00% TSLA: 17.39% JNJ: 32.66% PFE: 21.59% NVDA: 28.36% INTC: 0.00%	

MIN VOLATILITÀ	
Performance	
Rendimenti	13.55%
Volatilità	10.26%
Indice di Sharpe	132.01%
Pesi	
GM: 5.65% TSLA: 0.00% JNJ: 56.02% PFE: 24.94% NVDA: 2.44% INTC: 10.95%	

## 6.2 Beta del portafoglio rispetto al mercato

**Beta del portafoglio:** 1.0942705238631314

Si osserva che il beta è maggiore di 1, ciò implica che l'asset e il mercato sono correlati positivamente e il rischio rappresentato del portafoglio è maggiore di quello del mercato.

Questo rischio in più potrebbe portare un guadagno in quanto per il CAPM il portafoglio potrebbe battere il mercato.

## 6.3 Rendimento del portafoglio ottimale con quello effettivo

Si sceglie come portafoglio ottimale quello che ha l'indice di Sharpe maggiore.

In questo caso si avranno quattro portafogli distinti:

<b>PORATAFOGLIO</b>	<b>RENDIMENTO</b>
<b>Monte Carlo con 120 mesi</b>	0.3205137497866276
<b>Monte Carlo con 110 + 10 mesi</b>	0.33382305103247806
<b>Scipy con 120 mesi</b>	0.3071644478871298
<b>Scipy con 110 + 10 mesi</b>	0.3306731887538349

## 7 Conclusioni

Innanzitutto, è innegabile che la pandemia abbia stravolto le dinamiche di mercato, portando inizialmente ad un significativo crollo dei prezzi di tutti i titoli scelti, impattando notevolmente sulla volatilità.

Dopo i primi mesi del 2020 si è vista però una ripresa da parte delle aziende, in particolare del settore farmaceutico, che si è visto protagonista di questo periodo.

La pandemia è stata comunque uno spartiacque che ha evidenziato lo stravolgimento dei mercati e l'impennata dei prezzi per alcuni titoli.

In generale, si è osservata una notevole correlazione tra i titoli del settore farmaceutico proprio per questo motivo.

Una menzione a parte va fatta a Tesla, che è risultata essere un'azienda dal potenziale enorme e dall'aumento esponenziale, staccandosi nettamente a livello di rendimenti da tutti gli altri titoli, costituendo quasi un mondo a sé per il peso economico che rappresenta.

Relativamente alla previsione dei prezzi, è interessante vedere come i dati passati impattino su quelli futuri, ma non sempre siano una misura accurata del mercato in quanto eventi esterni possono stravolgere l'andamento dell'azienda: alcuni titoli sono stati infatti sottostimati, mentre per quanto riguarda Tesla si è sovrastimata data la grande impennata avuta all'inizio del 2021.

Le strategie di trading si sono rivelate degne di attenzione in quanto per tutti i titoli la tendenza è stata la stessa: la migliore strategia è risultata EWM, seguita dalla Buy & Hold e solo alla fine si posiziona SMA.

La sezione di analisi dell'esposizione relativa ai fattori rischio Fama-French ha evidenziato una grande esposizione al fattore mercato da parte di quasi tutti i titoli, in generale sono stati scelti titoli a moderata o a grande capitalizzazione o abbastanza cari; quindi, l'esposizione agli altri due fattori è stata negativa o non significativa.

Con la costruzione di portafoglio si è visto come alcuni titoli fossero totalmente svantaggiosi da inserire nel portafoglio per avere un ottimo rendimento, come Intel e General Motors, mentre Tesla si è rivelata intuitivamente ad alto rendimento ma con un grande rischio.

In conclusione, lo svolgimento del progetto ha evidenziato alcune tendenze interessanti degli ultimi anni nel mercato finanziario, date dalla pandemia, dalla crisi dei semiconduttori e trend circoscritti a particolari aziende.