

Documentazione di progetto

Business Intelligence per i Servizi Finanziari

Tommaso Cammelli, 851593

20 maggio 2022

1 Sommario dei dati utilizzati

1.1 Presentazione e descrizione dei titoli selezionati

Per questo progetto sono stati presi in considerazione 6 titoli azionari, appartenenti a 3 settori diversi:

- **Settore tecnologico:** Meta Platforms, Inc. (FB), Alphabet Inc. (GOOG)
- **Settore militare:** Raytheon Technologies Corporation (RTX), Lockheed Martin Corporation (LMT)
- **Settore bancario:** Bank of America Corporation (BAC), JPMorgan Chase & Co. (JPM)

Motivazione per scelta dei titoli

- **Meta Platforms, Inc. (FB):** Questo titolo è stato scelto in quanto è una delle aziende con la *market capitalization* più alta nel mondo¹, e facendo parte del *faang*² ho ritenuto essere un investimento solido. considerando il recente crollo del prezzo potrebbe essere un buon momento per prendere posizioni lunghe sul titolo³.
- **Alphabet Inc. (GOOG):** Questo titolo insieme a quello precedente fa parte di *faang*², è stato scelto in quanto è interessante da confrontare contro altri titoli del settore tecnologico come FB, soprattutto in momenti critici come la crisi finanziaria causata dall'epidemia di COVID-19, dove GOOG ha subito un crollo del 29% nel primo trimestre⁴.
- **Raytheon Technologies Corporation (RTX):** RTX ha mostrato negli anni un trend in salita abbastanza stabile, nonostante il crollo durante la crisi finanziaria del 2020 RTX è riuscito a recuperare il crollo.⁵
- **Lockheed Martin Corporation (LMT):** LMT è stata scelta in quanto è fa parte anche lui nella categoria militare e permette di confrontare l'andamento di mercato nel confronto di RTX.
- **Bank of America Corporation (BAC):** Come primo titolo finanziario ho scelto BAC in quanto nonostante la volatilità negli ultimi anni a causa dell'epidemia, il titolo ha mostrato un leggero trend di salita negli anni ed il crollo del prezzo potrebbe rivelarsi una opportunità.
- **JPMorgan Chase & Co. (JPM):** JPM come per BAC ha risentito molto dalla crisi finanziaria del 2020, negli anni tuttavia ha mostrato un trend di salita più evidente rispetto a BAC, ritengo che potrebbe essere vantaggioso a lungo termine

¹pagina web di referenza: <https://companiesmarketcap.com/tech/largest-tech-companies-by-market-cap/>

²Acronimo dei cinque top stocks americani nel settore tecnologico, <https://www.investopedia.com/terms/f/faang-stocks.asp>

³<https://finance.yahoo.com/news/good-time-increase-meta-platforms-142109519.html>

⁴articolo riferimento declino, <https://www.investopedia.com/alphabet-googl-sells-off-after-revenue-decline-5072988>

⁵<https://www.investopedia.com/raytheon-technologies-drops-then-pops-on-earnings-beat-5074746>

1.2 Funzioni utilizzate per download e fusione

Per il download dei dati da Yahoo! Finance⁶ è stata utilizzata la nota libreria di python `yfinance`⁷ dove attraverso la funzione `download()` ha permesso di scaricare i dati di interesse nel periodo rilevante per questo progetto.

```
# Esempio di download da Yahoo! Finance dello storico prezzi di FB
import yfinance as yf
```

```
fb_df = yf.download('FB', start='2011-11-30', end='2021-11-30')
```

Relativamente alla fusione dei dati scaricati in un unico `DataFrame` di `Pandas`⁸ è stata utilizzata la funzione `DataFrame()` per creare un nuovo `DataFrame` vuoto, sono stati poi usati i costrutti base di python per popolare il `DataFrame` con i nostri dati di interesse.

```
# Esempio di fusione dei dati da due indici scaricati precedentemente
import pandas as pd
```

```
adj_close_tot = pd.DataFrame()
adj_close_tot["Meta_Price"] = fb_df[["Adj_Close"]]
adj_close_tot["Alphabet_Price"] = goog_df[["Adj_Close"]]
```

1.3 presentazione dei dati

Rappresentiamo i dati ottenuti tramite un grafico a linee che si trova alla figura 1 dove si mostra la variazione di prezzo di tutti gli stock considerati in questo progetto⁹ nel periodo da 30-11-2011 a 30-11-2021.



Figura 1: grafico con prezzo degli stock da 18/05/2012 a 30/11/2021

Tutti i grafici del progetto sono stati generati utilizzando la libreria di python `matplotlib`¹⁰ che tramite apposite funzioni ha permesso la quasi totale personalizzazione dei grafici per semplificare la lettura dei dati.

Rappresentiamo ora alla figura 2 le prime 10 righe della tabella che contiene il prezzo combinato di tutti gli stock considerati (stessa tabella utilizzata per il plot del grafico qui sopra), fusi in un solo `DataFrame` grazie a `Pandas`.

Nota: Meta Platforms, Inc. (FB) è stata quotata in borsa solo a partire dal 18/05/2012, a causa di ciò i dati aggregati partono solo da quella data.

⁶<https://finance.yahoo.com>

⁷Libreria FOSS per download di dati finanziari da Yahoo! finance, <https://pypi.org/project/yfinance/>

⁸Libreria per data analysis e manipulation, <https://pandas.pydata.org/>

⁹FB, GOOG, RTX, LMT, BAC, JPM

¹⁰Libreria per creare visualizzazioni dei dati anche interattive in Python, <https://matplotlib.org>

	Meta Price	Alphabet Price	Raytheon Price	Lockheed Martin Price	Bank of America Price	JPMorgan Chase Price
Date						
2012-05-18	38.230000	299.078979	36.082355	60.931610	6.052373	25.427305
2012-05-21	34.029999	305.908386	36.740398	61.557266	5.888562	24.683229
2012-05-22	31.000000	299.278229	36.860043	61.601433	6.017887	25.822113
2012-05-23	32.000000	303.592072	36.919865	61.351143	6.181696	26.011929
2012-05-24	33.029999	300.702881	36.640682	61.365898	6.155832	25.791744
2012-05-25	31.910000	294.660553	36.401409	60.880070	6.164454	25.434896
2012-05-29	28.840000	296.060303	37.433334	61.579334	6.414482	25.533600
2012-05-30	28.190001	293.016693	36.760330	61.683636	6.215916	25.024893
2012-05-31	29.600000	289.345459	36.944771	61.683636	6.345415	25.169157
2012-06-01	27.719999	284.423920	35.902882	60.506592	6.060519	24.242868

Figura 2: tabella con Adjusted Close degli stock da 18/05/2012 a 30/11/2021 (prime 10 righe)

2 Statistiche descrittive

2.1 Rendimenti semplici e composti

2.1.1 Titoli Tecnologici

Per i titoli GOOG e FB sono stati calcolati i rendimenti semplici netti (grafico a figura 3) e i rendimenti composti (grafico a figura 4) e posti a confronto si nota una generale correlazione nei rendimenti.



Figura 3: Rendimenti semplici netti FB e GOOG



Figura 4: Rendimenti composti FB e GOOG

Note sui titoli tecnologici

Confrontando le serie storiche di GOOG e FB nel grafico a figura 1, utilizzando la funzione `.corr()` di pandas si mostra un forte correlazione positiva di 0.962272 (figura 5) tra i due titoli, come dimostrato anche dai simili rendimenti composti (ad eccezione per alcuni eventi).

	Meta Price	Alphabet Price
Meta Price	1.000000	0.962272
Alphabet Price	0.962272	1.000000

Figura 5: tabella con correlazione titoli GOOG e FB (metodo di Pearson)

Note sui rendimenti di Meta (FB)

Osservando il grafico in figura 3 relativamente ai rendimenti semplici di FB, notiamo 3 eventi di notevole discostamento dalla media.

Nel primo trimestre del 2012 si nota un significativo crollo, analizzando notizie e articoli si può ricondurre il crollo a scetticismo che c'è stato tra gli investitori¹¹ in quanto Facebook (ora Meta) all'epoca era stata appena quotata in borsa, il crollo è stato circa del 35% solo nei primi mesi.

Nel terzo trimestre del 2013 tuttavia viene evidenziato una crescita sostanziale rispetto alla media, nonostante il crollo capitato poco dopo la quotazione in borsa nel 2012, a metà anno il prezzo di FB è riuscito a raggiungere di nuovo il prezzo di IPO¹² raggiungendo poi verso il terzo trimestre la quota record del tempo di 50\$, in base a vari articoli¹³ si evidenzia come la crescita possa essere attribuita dalla introduzione delle pubblicità su dispositivi mobile (precedentemente la pubblicità era mostrata solo da sito web), a luglio 2013 facebook ha infatti annunciato che la pubblicità su mobile ha contribuito al 41% delle loro vendite nel secondo semestre.

Tra il primo ed il secondo trimestre del 2020, come evidenziato dal grafico c'è stato un grande discostamento dalla media, inizialmente molto negativo ma poco dopo molto positivo, la caduta iniziale del prezzo la si può attribuire alla crisi finanziaria del 2020, scatenata dalla epidemia da covid-19¹⁴.

Tuttavia grazie alla natura digitale del servizio, dunque non esposta alla epidemia come altre attività e all'annuncio di *Facebook Shops* il prezzo ha velocemente raggiunto il valore pre-crollo arrivando addirittura ad un record del tempo (20-05-2020) di \$230.75¹⁵

Note sui rendimenti di Alphabet (GOOG)

Sul titolo GOOG si notano distaccamenti negativi sul rendimento di entità notevolmente inferiore rispetto a FB, tuttavia si hanno distaccamenti positivi più numerosi (il net return raggiunge 0.1 più volte rispetto a FB) anche se spesso non oltre 0.1.

Come per FB, ad aprile 2020 c'è stato un decremento significativo del prezzo (che si è riflettuto sul rendimento) a causa della epidemia da covid-19¹⁶, ma sempre per il fatto che Alphabet Inc. fornisce prevalentemente servizi digitali il prezzo è ritornato al valore pre-crollo velocemente.

2.1.2 Titoli Militari

Per i titoli RTX e LMT sono stati calcolati i rendimenti semplici netti (grafico a figura 6) e i rendimenti composti (grafico a figura 7) e posti a confronto si nota una generale correlazione nei rendimenti, anche se di entità inferiore rispetto a FB/GOOG.



Figura 6: Rendimenti semplici netti RTX e LMT



Figura 7: Rendimenti composti RTX e LMT

¹¹ <https://money.cnn.com/2012/05/22/markets/facebook-shares/index.htm>

¹² Initial Public Offering, <https://www.investopedia.com/terms/i/ipo.asp>

¹³ <https://www.reuters.com/article/us-facebook-ipoprice-idUSBRE96T1C120130730>,

<https://money.cnn.com/2013/09/26/investing/facebook-stock/index.html>

¹⁴ <https://www.investopedia.com/facebook-stock-crashes-into-bear-market-territory-4800598>

¹⁵ <https://www.cnbc.com/2020/05/20/facebook-shares-reach-all-time-high-after-announcing-online-shopping-feature.html>

¹⁶ <https://www.investopedia.com/alphabet-stock-crashes-into-bear-market-territory-4800600>

Confrontando i titoli RTX e LMT usando sempre il grafico a figura 1 e utilizzando la funzione `.corr()` di pandas viene mostrata anche in questo caso una **forte correlazione positiva** di 0.836831 (figura 8).

	Raytheon Price	Lockheed Martin Price
Raytheon Price	1.000000	0.836831
Lockheed Martin Price	0.836831	1.000000

Figura 8: tabella con correlazione titoli RTX e LMT (metodo di Pearson)

Note sui rendimenti di Raytheon (RTX)

Osservando il grafico in figura 6 relativamente ai rendimenti semplici di RTX, si nota come il nel tempo è stato molto fluido, troviamo **3** eventi notevoli.

Sul titolo RTX è stato più complicato la ricerca di notizie coerenti con il crollo del prezzo in quanto è notevolmente meno famoso rispetto a FB o GOOG, tuttavia relativamente al primo ed al secondo crollo si può assumere siano in relazione alla politica di export delle armi americane.

Il crollo più notevole è accaduto durante la crisi finanziaria del 2020, in base a un articolo¹⁷ la motivazione del crollo è stata a causa della temporanea debolezza nel settore commerciale aerospaziale, causata dalla epidemia da COVID-19, si assume comunque che essendo una compagnia incentrata nel settore aerospaziale sarà comunque una migliore scelta rispetto alla competizione per il settore della difesa.

Note sui rendimenti di Lockheed Martin (LMT)

Il titolo LMT ha subito variazioni molto meno significanti rispetto a RTX e gli altri titoli (come si può vedere dal grafico a figura 6), analizzando varie notizie nel web si identificano **2** eventi significativi.

Tra fine 2018 e l'inizio del 2019 si è registrato un crollo del 18.4% relativo allo stock LMT, in base ad un articolo¹⁸ le cause del crollo sono molteplici, una delle cause identificate è una continua diminuzione del budget dalla casa bianca, una altra è la dimissione improvvisa del CFO¹⁹ in quanto era ben visto dagli investitori per le sue abilità comunicative.

Il crollo più importante del prezzo è stato durante la crisi finanziaria del 2020, dopo il crollo nel primo trimestre tuttavia c'è stato un notevole recupero poco dopo messo poi a rischio verso ottobre a causa di problemi nella supply chain della produzione²⁰ causato dal tilt nelle fabbriche e nei trasporti.

Nello stesso articolo si evidenzia inoltre come la motivazione della instabilità verso la fine del 2020 sia anche causata da una incertezza politica, in quanto si assumeva che una vittoria democratica avrebbe tagliato il budget alla difesa, anche se il rischio di guerra nucleare dovrebbe evitare un crollo del titolo.

2.1.3 Titoli Bancari

Per i titoli BAC e JPM sono stati calcolati i rendimenti semplici netti (grafico a figura 9) e i rendimenti composti (grafico a figura 10) e posti a confronto anche per questi due titoli si nota una forte correlazione nei rendimenti.

Confrontando i titoli BAC e JPM usando il grafico a figura 1 e utilizzando la funzione `.corr()` di pandas viene mostrata una **forte correlazione positiva** di 0.909522 (figura 11).

Note sui rendimenti di Bank of America (BAC)

Il titolo BAC ha in multiple occasioni dei sostanziali aumenti di prezzo ma anche dei crolli, identifichiamo almeno **5** eventi notevoli.

Nel primo trimestre del 2012 si nota un netto crollo del prezzo, facendo delle ricerche ho trovato un articolo²¹ che spiega come BAC ha accettato di pagare 2.3 milioni di dollari agli investitori per patteggiare una causa legale per gli eventi legati alla crisi finanziaria del 2008. Essendo un periodo vicino al 2008 si assume anche che la alta volatilità si anche data dalla poca fiducia degli investitori in questo titolo.

¹⁷<https://www.fool.com/investing/2020/07/02/heres-why-raytheon-technologies-shares-are-down-34.aspx>

¹⁸<https://www.fool.com/investing/2019/01/11/heres-why-lockheed-martin-lost-184-in-2018.aspx>

¹⁹Chief Financial Officer, https://en.wikipedia.org/wiki/Chief_financial_officer

²⁰<https://www.investopedia.com/lockheed-martin-lmt-sells-off-despite-strong-quarter-5083204>

²¹<https://www.reuters.com/article/uk-bofa-lawsuit-idUKBRE88R11X20120928>



Figura 9: Rendimenti semplici netti BAC e JPM



Figura 10: Rendimenti composti BAC e JPM

	Bank of America Price	JPMorgan Chase Price
Bank of America Price	1.000000	0.909522
JPMorgan Chase Price	0.909522	1.000000

Figura 11: tabella con correlazione titoli BAC e JPM (metodo di Pearson)

Nel 2016 si registra un altro periodo di instabilità per questo titolo, risultato poi verso la fine dell'anno con un aumento del 34% sul prezzo, secondo questo articolo²² il declino del prezzo all'inizio dell'anno è stato a causa del crollo dei prezzi relativi all'energia, successivamente i prezzi del settore energetico ci hanno messo poco tempo a recuperare, tuttavia nonostante il recupero a metà anno il prezzo di BAC è comunque sceso, la causa della seconda declinazione dei prezzi, si può attribuire alla improvvisa decisione dell'Inghilterra di uscire dalla unione europea (brexit), che ha causato un momento di incertezza finanziaria, soprattutto con Bank of America in quanto a causa di brexit avrebbe dovuto spostare parte delle proprie operazioni in un altro paese europeo.

Verso la fine dell'anno poi c'è stata una crescita notevole e inaspettata del prezzo, secondo l'articolo questa crescita può essere stata a causa della vittoria del partito Repubblicano delle elezioni presidenziali, in quanto il candidato presidente aveva promesso la rimozione di regolatorie instaurate nel 2010 dal precedente Presidente.

Nel 2020 come per i titoli mostrati in precedenza c'è stato un grosso crollo del prezzo di BAC a causa della crisi finanziaria del 2020, secondo questo articolo²³ nonostante l'ottimismo del CEO riguardante il futuro recupero dal crollo, i mesi successivi sono rimasti altamente instabili e non hanno portato come per i titoli tecnologici a un aumento stabile.

Note sui rendimenti di JPMorgan Chase (JPM)

Controllando i grafici relativi al prezzo e rendimenti, si può notare come il titolo JPM sia stato molto correlato con BAC, in quanto operano nello stesso settore e sono entrambi titoli finanziari.

Relativamente agli eventi del 2012 e 2016 si può assumere che gli stessi eventi di BAC abbiano causato il crollo sui rendimenti e quindi periodi di instabilità.

Relativamente alla crisi finanziaria del 2020, secondo questo articolo²⁴ oltre al crollo del prezzo a causa della epidemia, c'è stato un enorme movimento di 6.8 milioni di dollari alla riserva di credito della banca, movimento che si assume sia stato effettuato per proteggere la banca da un aumento di default relativi alle attività che hanno effettuato prestiti con JPM, questo movimento ha causato un ulteriore crollo del prezzo che si è propagato nei mesi successivi.

²²<https://www.fool.com/investing/2016/12/29/why-bank-of-americas-stock-climbed-34-in-2016.aspx>

²³<https://www.investopedia.com/bank-of-america-earnings-4770948>

²⁴<https://www.cnbc.com/2020/04/14/jpmorgan-chase-jpm-earnings-q1-2020.html>

2.2 Istogrammi sui rendimenti e dispersione

Per misurare la dispersione sui titoli ci torna utile il concetto di deviazione standard, grazie ad essa si può avere una idea della volatilità associata al titolo, un dato utile per effettuare investimenti e/o strategie di trading²⁵.

2.2.1 Titoli tecnologici (Meta/Alphabet)

L'istogramma del rendimento relativo ai titoli GOOG e FB può essere visto a figura 12, mentre la distribuzione dei rendimenti si trova nel grafico in figura 13. Dai dati si evidenzia come la maggior parte dei rendimenti avviene tra 0.0 e 0.1, oltre al fatto che alphabet nel periodo di interesse ha avuto rendimenti più alti rispetto a Meta.



Figura 12: Istogramma rendimenti FB e GOOG

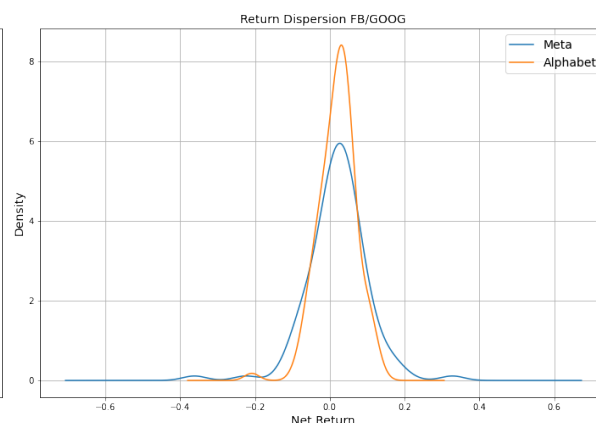


Figura 13: Dispersione di FB e GOOG

Inoltre é stata calcolata grazie a *Pandas* la Deviazione Standard, dove il risultato si può vedere nella tabella a figura 14.

```
Deviazione Standard
Rendimenti Netti Meta      0.080678
Rendimenti Netti Alphabet  0.050795
dtype: float64
```

Figura 14: Deviazione Standard dei titoli FB e GOOG

2.2.2 Titoli militari (Raytheon/Lockheed Martin)

L'istogramma del rendimento relativo ai titoli RTX e LMT può essere visto nel grafico a figura 15, mentre la distribuzione dei rendimenti si trova nel grafico a figura 16.

Dai dati si evidenzia che i rendimenti si trovano per la maggior parte tra -0.05 e 0.5, Lockheed martin ha avuto rendimenti più alti rispetto a Raytheon.

Sempre con *pandas* è stata calcolata la Deviazione Standard, dove il risultato è riportato nella tabella a figura 17.

²⁵<https://www.investopedia.com/terms/s/standarddeviation.asp>



Figura 15: Istogramma rendimenti RTX e LMT

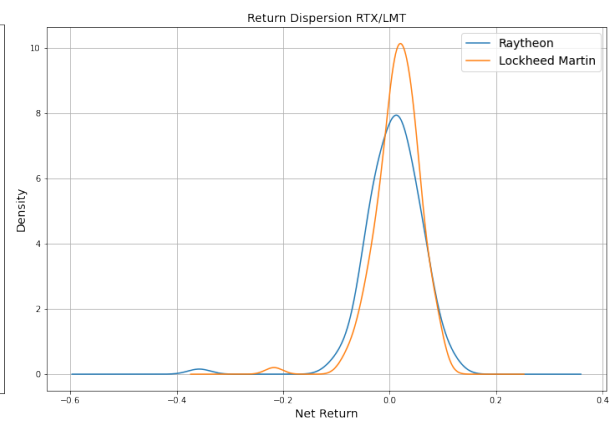


Figura 16: Dispersione di RTX e LMT

Deviazione Standard

Rendimenti Netti Raytheon	0.055370
Rendimenti Netti Lockheed Martin	0.042682
dtype: float64	

Figura 17: Deviazione Standard dei titoli RTX e LMT

2.2.3 Titoli bancari (Bank of America/JPMorgan Chase)

L'istogramma per il rendimento dei titoli finanziari BAC e JPM si può vedere nel grafico nella figura 18, mentre la distribuzione dei rendimenti si può vedere nel grafico in figura 19.

Dai dati si evidenzia che i rendimenti si trovano per la maggior parte tra -0.01 e 0.1, Bank of America ha avuto rendimenti più alti rispetto a JPMorgan Chase.



Figura 18: Istogramma rendimenti BAC e JPM

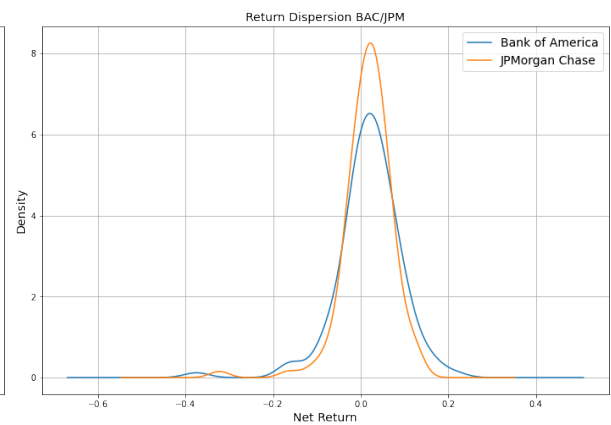


Figura 19: Dispersione di BAC e JPM

Con *pandas* è stata calcolata la Deviazione Standard, dove il risultato è nella tabella a figura 20.


```

Deviazione Standard
Rendimenti Netti Bank of America    0.072910
Rendimenti Netti JPMorgan Chase     0.056944
dtype: float64

```

Figura 20: Deviazione Standard dei titoli BAC e JPM

2.3 Grafici diagnostici a 4 sezioni

Vengono mostrati per i titoli considerati la serie di 4 grafici diagnostici (Istogramma, kernel density, qq-plot e boxplot).

Questi grafici rappresentano 4 modi diversi per rappresentare la **Distribuzione Normale**, fondamentale per studiare la distribuzione sui rendimenti dei titoli.

2.3.1 Grafici Diagnostici per Meta Platforms, Inc. (FB)

Per Meta, possiamo trovare i grafici alla figura 21, si può notare come i rendimenti sono distribuiti normalmente e simmetricamente, Si notano inoltre degli outliers: due tra 0.2 e 0.35 e due tra -0.2 e -0.4.

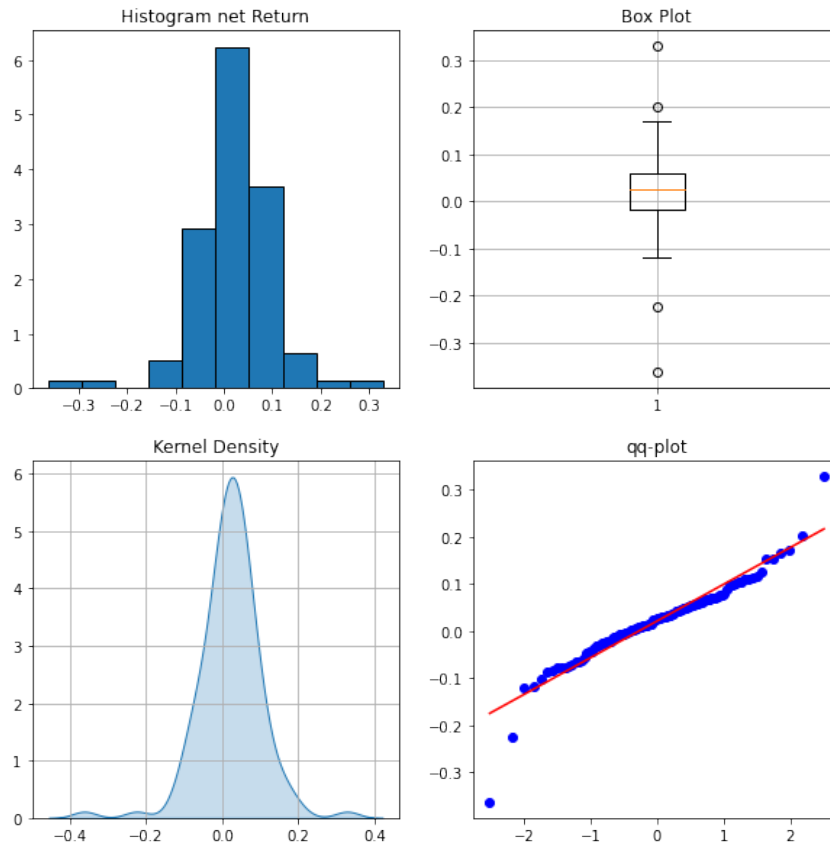


Figura 21: Grafici diagnostici per Meta (FB)

2.3.2 Grafici Diagnostici per Alphabet Inc. (GOOG)

Per Alphabet, possiamo trovare i grafici alla figura 22, possiamo notare anche qui che i rendimenti sono distribuiti normalmente, con una notevole inclinazione positiva rispetto a FB, Anche per questo titolo si nota un outlier: tra -0.20 e -0.25 .

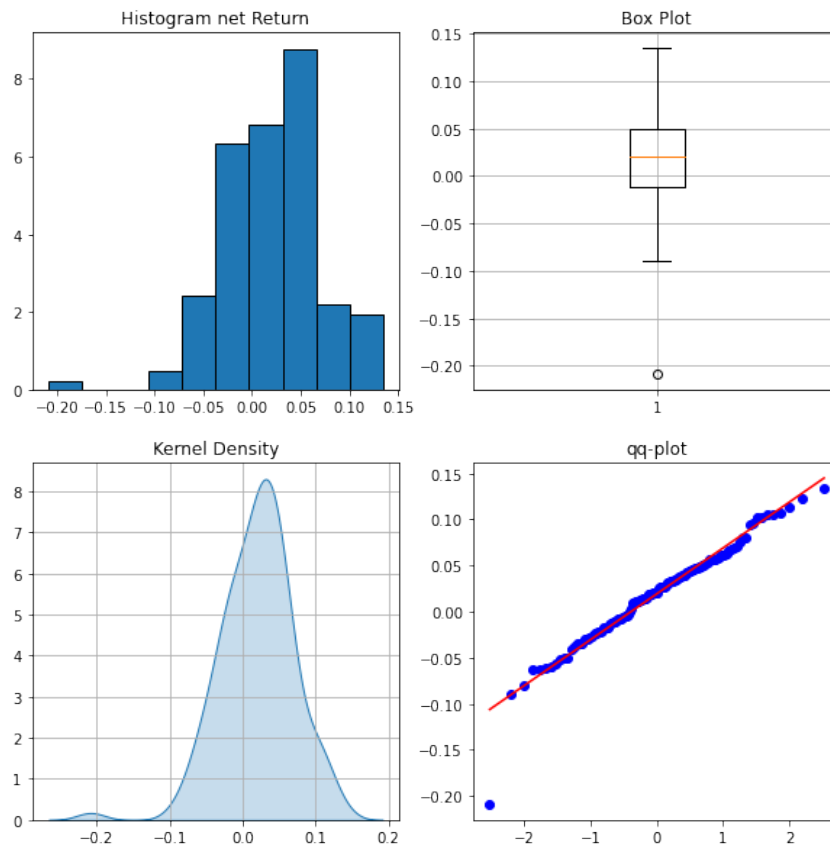


Figura 22: Grafici diagnostici per Alphabet (GOOG)

2.3.3 Grafici Diagnostici per Raytheon Technologies Corporation. (RTX)

Per Raytheon, i grafici si trovano alla figura 23, possiamo notare che qui i rendimenti sono distribuiti normalmente e simmetricamente. Per questo titolo troviamo un outlier: tra -0.35 e -0.4 .

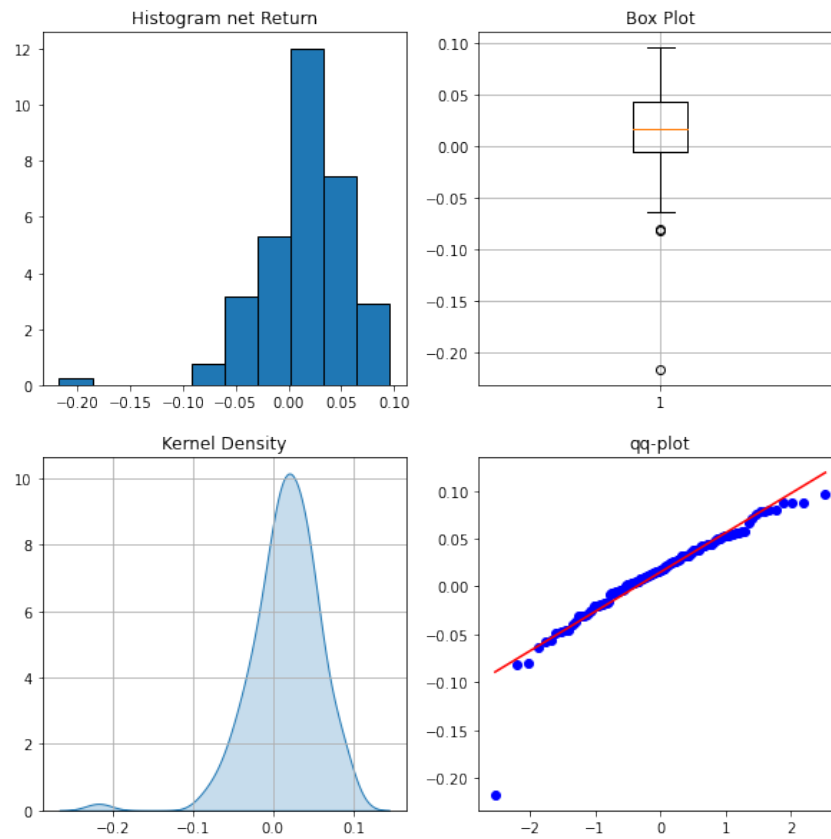


Figura 23: Grafici diagnostici per Raytheon (RTX)

2.3.4 Grafici Diagnostici per Lockheed Martin Corporation. (LMT)

Per Lockheed Martin, i grafici si trovano alla figura 24, anche qui i rendimenti sono distribuiti normalmente e in maniera simmetrica (la curva è più translata verso destra). Per questo titoli abbiamo tre outlier: due tra -0.05 e -0.10 , e uno tra -0.20 e -0.25 .

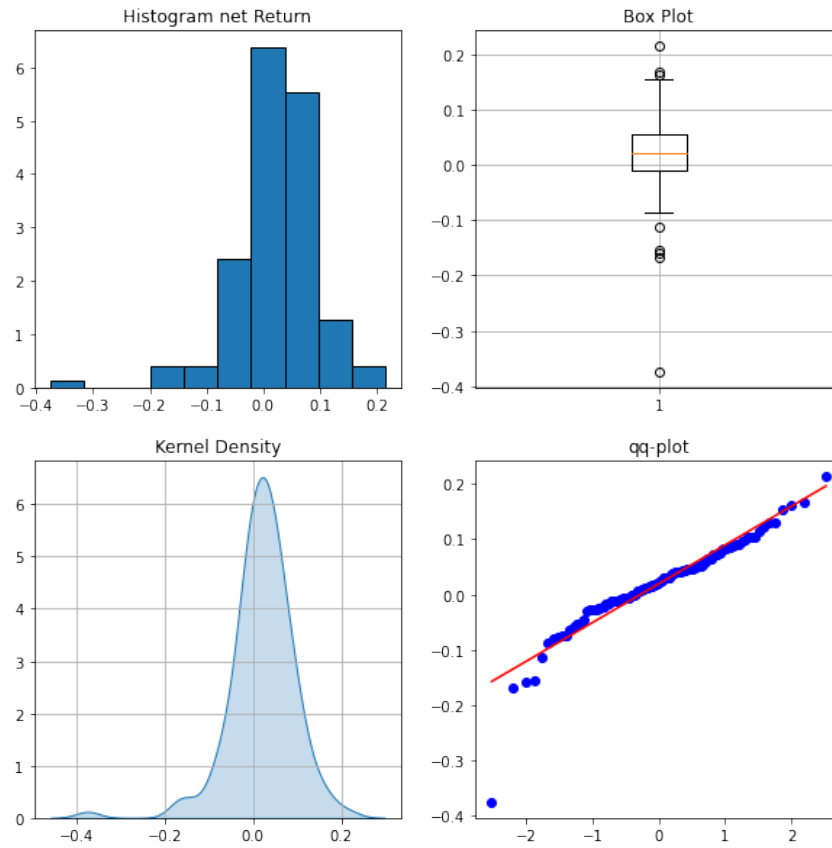


Figura 24: Grafici diagnostici per Lockheed Martin (LMT)

2.3.5 Grafici Diagnostici per Bank of America. (BAC)

Per Bank of America, i grafici diagnostici sono alla figura 25, anche qui sono distribuiti generalmente normalmente e simmetricamente. Per BAC abbiamo numerosi outliers: tre tra 0.15 e 0.25, quattro o più tra -0.1 e -0.2 e uno tra -0.35 e -0.4.

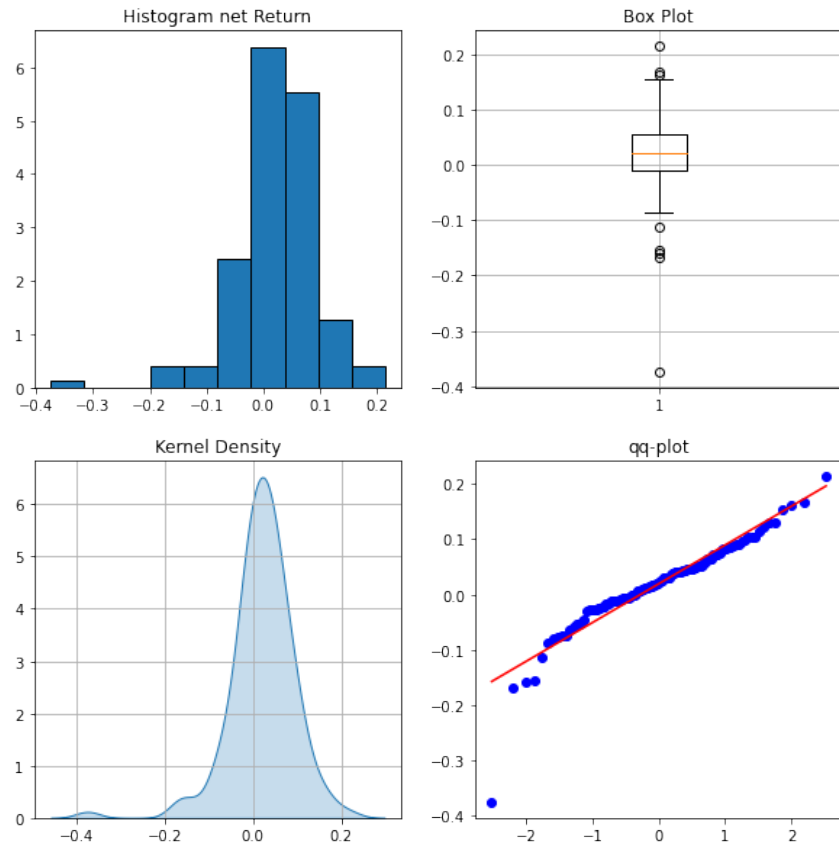


Figura 25: Grafici diagnostici per Bank of America (BAC)

2.3.6 Grafici Diagnostici per JPMorgan Chase. (JPM)

Per JPMorgan Chase, troviamo i grafici diagnostici alla figura 26, la distribuzione è anche qui normale e leggermente inclinata verso destra. Per questo titolo abbiamo 3 outliers: due tra -0.1 e -0.2 e uno tra -0.3 e -0.35 .

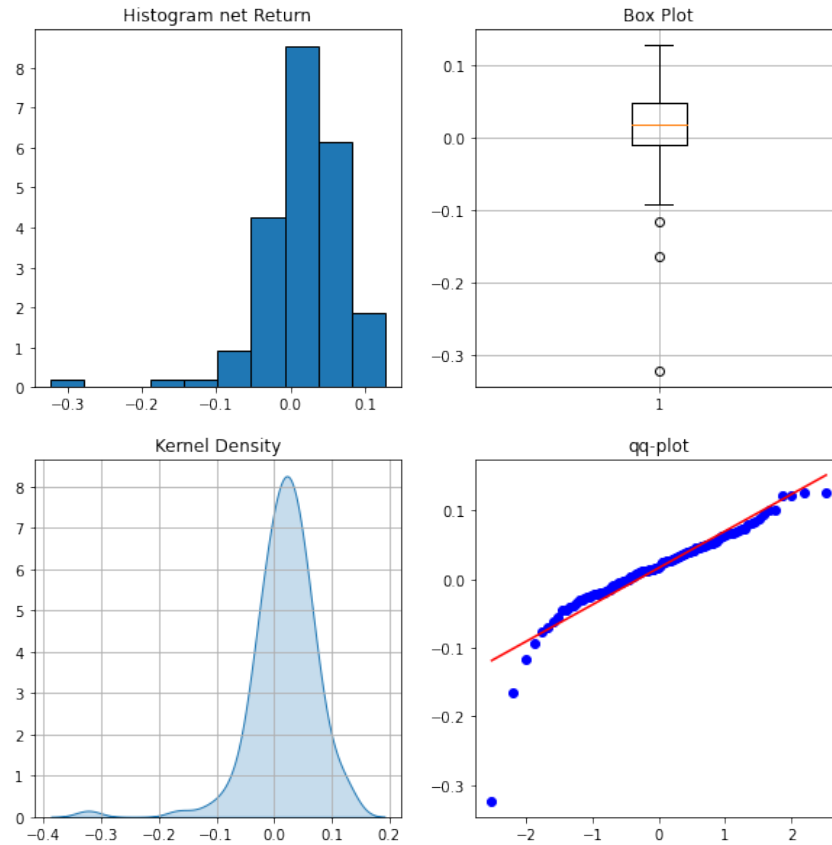


Figura 26: Grafici diagnostici per JPMorgan Chase (JPM)

2.4 Statistiche descrittive univariate

Per ogni serie di rendimenti sono state considerate le seguenti statistiche univariate: media, varianza, deviazione standard, asimmetria e curtosi.

Riferimenti bibliografici

- [Arr14] Argimiro Arratia. *Computational finance: An introductory course with R*. Atlantis Press, 2014.
- [Lew20] Eryk Lewinson. *Python for finance cookbook: Over 50 recipes for applying modern python libraries to financial data analysis*. Packt Publishing Ltd., 2020.
- [MDV21] Mieszko Mazur, Man Dang, and Miguel Vega. Covid-19 and the march 2020 stock market crash. evidence from s&p1500. *Finance Research Letters*, 38:101690, 2021.