

Università degli Studi di Padova
Dipartimento di Scienze Statistiche
Corso di Laurea Triennale in
Statistica per l'economia e l'impresa



RELAZIONE FINALE

**Analisi delle performance del Value at Risk in
tempi di instabilità geopolitica: Il caso della
guerra in Ucraina**

Relatore:

Prof. Mazzonetto Simone

Laureando: De Vidi Riccardo
Matricola: 1222904

Anno Accademico 2023/2024

Abstract

Nell'ambito dei mercati finanziari, il concetto di rischio è sempre stato uno degli argomenti principali. Nel corso degli ultimi anni, l'indicatore "Value at Risk (VaR)" si è affermato come uno strumento fondamentale per valutare le perdite inattese di un investimento. Questo studio propone di esaminare l'affidabilità del VaR durante il conflitto in Ucraina, un periodo di estrema incertezza geopolitica e volatilità dei mercati finanziari.

Il documento è suddiviso in tre sezioni principali: nel primo capitolo, viene analizzato il concetto di rischio nel contesto finanziario; il secondo capitolo mostra una visione teorica del VaR e introduce un modello applicabile al contesto in esame; la terza sezione presenta un'analisi empirica dettagliata, valutando l'efficacia e l'affidabilità del VaR nel prevedere le massime perdite potenziali in investimenti nel mercato azionario durante il conflitto in Ucraina, questo analizzando le performance dei titoli contenuti nel campione e cercando di valutare se il VaR è rimasto un indicatore fedele durante un periodo così critico.

I risultati di questa ricerca forniscono non solo una valutazione critica dell'affidabilità del VaR durante il conflitto ucraino, ma anche un'importante visione sulle opportunità di gestione del rischio in scenari geopolitici instabili.

Indice

Abstract	2
Elenco delle figure:	4
Elenco delle tabelle:	4
Capitolo 1	6
Introduzione del rischio nei mercati finanziari	6
1.1) Definizione di rischio finanziario	6
1.1.1) Varie tipologie di rischio	7
1.1.2) Tecniche di gestione del rischio	9
1.2) Rischio finanziario durante periodi di instabilità politica	11
1.2.1) Impatto delle crisi geopolitiche sui mercati finanziari	12
1.3) Strategia di gestione del portafoglio in periodi di instabilità politica ¹⁸	
Capitolo 2:	20
Il Value at Risk	20
2.1) Definizione e origine del VaR	20
2.1.2) Obiettivi del VaR	22
2.2) Calcolo del Value at Risk	24
2.2.1) Metodi di approccio del VaR	25
2.2.2) Sistema di calcolo deterministico	26
2.2.3) Sistema di calcolo Stocastico	31
2.3) Calcolo del VaR e stima della volatilità secondo RiskMetrics	34
2.3.1) Backtesting	39
Capitolo 3	41
Analisi empirica e applicazione del VaR	41
3.1) Descrizione del campione di titoli	41
3.1.1) Raccolta dati	42
3.2) Calcolo del VaR	43
3.2.1) Calcolo dei rendimenti	44
3.2.2) Calcolo della deviazione standard	52
3.2.3) Stima del VaR	53
3.3) Verifica dei risultati	58
Conclusione	62

Sitografia:	64
Bibliografia:	64

Elenco delle figure:

Figura 1: Rischi difficilmente quantificabili	9
Figura 2: Testata giornalistica relativa ad eventi geopolitici	14
Figura 3: Indice GPR dal 1970 ad oggi	15
Figura 4: Indice GPR e i suoi fattori	16
Figura 5: Fattori dell'indice GPR.....	17
Figura 6: Serie dei prezzi dei titoli	43
Figura 7: Serie dei rendimenti lineari	46
Figura 8: Normal Probability Plot dei rendimenti lineari.....	50
Figura 9: Distribuzione normale standard	53
Figura 10: Codice R per calcolare il VaR.....	57

Elenco delle tabelle:

Tabella 1: Pro e contro delle varie metodologie.....	33
Tabella 2: Statistiche descrittive dei rendimenti lineari	48
Tabella 3: Statistiche descrittive dei rendimenti calcolati tramite il modello EWMA	48
Tabella 4: Differenza tra rendimenti lineari e quelli calcolati tramite modello EWMA per il titolo Leonardo	49
Tabella 5: Differenza tra rendimenti lineari e quelli calcolati tramite modello EWMA per il titolo Stellantis:	50
Tabella 6: Esempio stima del VaR per il titolo Intesa San Paolo	54
Tabella 7: Esempio stima del VaR per il titolo Stellantis	55
Tabella 8: Esempio stima del VaR per il titolo Renault.....	55
Tabella 9: Esempio stima del VaR per il titolo Leonardo	56
Tabella 10: Esempio stima del VaR per il titolo Eurostoxx50	56
Tabella 11: Esempio stima del VaR per il titolo Eni	57
Tabella 12: Esempi di Backtesting dei titoli analizzati	58

Elenco delle formule:

Formula 1: VaR parametrico	27
Formula 2: VaR per un portafoglio di titoli.....	28
Formula 3: Deviazione standard del rendimento di un portafoglio	28
Formula 4: Rendimento al tempo t secondo RiskMetrics	34
Formula 5: Rendimento composto continuo	35
Formula 6: Rendimento semplice multiperiodale	35
Formula 7: Rendimento composto continuo	35
Formula 8: Rendimento di un portafoglio secondo RiskMetrics	36
Formula 9: Prezzo dello strumento finanziario	36
Formula 10: Volatilità di un asset calcolato secondo il modello EWMA	37
Formula 11: Distribuzione dei rendimenti	38
Formula 12: Quantile della normale standard	38
Formula 13: VaR uniperiodale	38
Formula 14: VaR multiperiodale	38
Formula 15: Rendimento secondo il metodo EWMA	45
Formula 16: Varianza dei rendimenti.....	52
Formula 17: Deviazione standard dei rendimenti	52
Formula 18: Perdita massima potenziale espressa in percentuale	53
Formula 19: Perdita massima potenziale espressa nell'unità di misura del prezzo.....	53

Capitolo 1

Introduzione del rischio nei mercati finanziari

Nei mercati finanziari il concetto di rischio è da sempre uno dei temi principali poiché si riferisce alla possibilità che un investimento non produca i risultati attesi o sperati, in altre parole, è la probabilità che l'andamento degli investimenti sia diverso da quello previsto. Questa discrepanza può comportare perdite finanziarie o un rendimento inferiore rispetto alle aspettative. D'altra parte, però il rischio finanziario non è solo associato a perdite potenziali, ma può anche comportare opportunità di guadagno.

1.1) Definizione di rischio finanziario

Il "rischio finanziario" si riferisce alla probabilità che un'azione o una decisione finanziaria produca un risultato diverso da quello previsto o atteso, provocando delle possibili perdite o opportunità di guadagno. Ecco un esempio: supponiamo di investire 1000€ in uno strumento finanziario ad alto rischio con l'obiettivo di ottenere un rendimento del 20%. Tuttavia, c'è la possibilità che l'investimento non frutti il rendimento desiderato, ma piuttosto che possa comportare un rendimento inferiore o addirittura una perdita. La maggior parte degli investitori comuni conosce solamente una visione generica di rischio, ignorando completamente le diverse sfaccettature che nella pratica permetterebbero di muoversi con più tranquillità nei mercati finanziari e nei propri investimenti personali.

Il rischio si potrebbe allora definire come il "prezzo" che si è disposti a pagare pur di preservare o aumentare il proprio capitale di partenza. È evidente che si tratti di un concetto difficilmente misurabile (a differenza del rendimento) e soprattutto altamente soggettivo. Tuttavia, la propensione al rischio rappresenta la possibilità di non raggiungere gli obiettivi prefissati o addirittura di subire perdite finanziarie e dipende

peraltro dal profilo finanziario di ciascun risparmiatore/investitore, tenuto conto della sua età, dei suoi obiettivi, delle sue disponibilità economiche.

In realtà, come gli esperti di questo campo sono consapevoli, esistono tipi di rischio diversi, ciascuno con le proprie caratteristiche e modalità di identificazione.

1.1.1) Varie tipologie di rischio

Esistono diverse fonti di rischio finanziario, va innanzitutto osservata la differenza tra rischi quantificabili e non quantificabili: con riferimento ai rischi quantificabili, ci si riferisce a categorie di rischio che possono essere misurate utilizzando metodologie di calcolo specifiche. In altre parole, questi rischi possono essere valutati numericamente attraverso modelli analitici e dati statistici, consentendo agli investitori e alle aziende di ottenere una stima precisa del loro impatto finanziario.

D'altra parte, quando si parla di rischi difficilmente quantificabili o non quantificabili ci si riferisce a tipi di rischio che non possono essere misurati con precisione utilizzando dati o algoritmi matematici. In questi casi, la valutazione di tali rischi coinvolge un giudizio di carattere qualitativo.

Ecco i principali tipi di rischio:

- **Rischio di credito:** è il rischio che si ha quando il debitore non è in grado di adempiere ai suoi obblighi di pagamento di interessi e di rimborso del capitale.
- **Rischio di mercato:** è generato dall'operatività sui mercati riguardanti gli strumenti finanziari, le valute e le merci.
- **Rischio reputazionale:** è il rischio attuale o prospettico di flessione degli utili o del capitale derivante da una percezione negativa della Banca da parte degli stakeholders.

- Rischio di tasso: riguarda la diminuzione di valore del patrimonio o del margine d'interesse derivante dalle variazioni avverse dei tassi di interesse sulle attività diverse da quelle allocate nel portafoglio.
- Rischio Operativo: si ha quando si subiscono perdite derivanti dall'inadeguatezza o dalla disfunzione di procedure, risorse umane e sistemi interni, oppure da eventi esogeni.
- Rischio Strategico: quel rischio derivante dalla flessione degli utili o del capitale a causa di cambiamenti del contesto operativo o da decisioni aziendali errate, scarsa reattività a variazioni del contesto competitivo.
- Rischio di liquidità: riguarda la possibilità che la Banca non riesca a mantenere i propri impegni di pagamento a causa dell'incapacità di reperire nuovi fondi.
- Rischio di Concentrazione: è il rischio di sostenere investimenti diretti ad uno stesso soggetto, oppure a gruppi di soggetti che appartengono ad uno stesso settore di attività o alla stessa area geografica. Esempio: un risparmiatore investe tutti i suoi averi in una unica azione o obbligazione. Esso viene altresì definito come la sensibilità di un portafoglio all'insolvenza di un singolo cliente (o di un gruppo di clienti connessi).

Figura 1: Rischi difficilmente quantificabili



Da sottolineare che la reputazione e la fiducia sono gli asset principali su cui si fonda lo sviluppo dell'attività finanziaria. Infatti, la fiducia del pubblico nel sistema finanziario è essenziale per la stabilità economica, poiché quando il pubblico ha fiducia nel sistema finanziario, è più propenso a investire, risparmiare e partecipare attivamente alle attività finanziarie.

1.1.2) Tecniche di gestione del rischio

La gestione del rischio è il processo di identificazione, valutazione e mitigazione dei rischi finanziari a cui un'azienda o un'organizzazione è esposta. Tali rischi possono derivare da fluttuazioni dei tassi di cambio, tassi di interesse, prezzi delle materie prime, o dalla volatilità dei mercati finanziari. Va sottolineato il fatto che è impossibile eliminare del tutto il rischio, ma quest'ultimo può essere minimizzato o gestito efficacemente.

Il Risk Management si afferma nella metà degli anni 80 in ambito bancario come il processo continuo di: identificazione, misurazione, controllo e mitigazione delle fonti di rischio finalizzato alla loro gestione ottimale, allo scopo ultimo di massimizzare il valore economico dell'azienda. La gestione dei rischi è pertanto un'attività complessa e mira a scongiurare potenziali perdite economiche associate ad eventi sfavorevoli.

Queste sono alcune delle tecniche principali per gestire il rischio:

- **Identificazione dei Rischi:** questa è la prima fase della gestione del rischio in cui vengono individuati e documentati tutti i potenziali rischi che potrebbero influenzare l'organizzazione. Questo può essere fatto attraverso interviste, revisioni documentali e analisi storiche.
- **Diversificazione del portafoglio:** la diversificazione del portafoglio consiste nell'investire in una vasta gamma di titoli e di strumenti finanziari, con l'obiettivo di ridurre il rischio associato ad un singolo titolo o a una singola asset class.
- **Hedging:** è una tecnica che implica l'uso di strumenti finanziari, come futures o opzioni, per ridurre il rischio associato a movimenti di prezzo indesiderati. Le aziende spesso utilizzano l'hedging per proteggersi dalle fluttuazioni dei tassi di cambio e dei prezzi delle materie prime.
- **Gestione attiva dei titoli:** consiste nell'acquisto e nella vendita di titoli in modo dinamico, con l'obiettivo di ottenere rendimenti superiori a quelli del mercato. D'altra parte, però è richiesta una maggiore conoscenza da parte dell'investitore.
- **Avere un piano di investimento ben definito,** che include obiettivi finanziari a lungo termine e strategie di uscita, può aiutare gli investitori a evitare decisioni impulsive in risposta a movimenti di mercato emotivi.
- **Limitare l'effetto leva finanziaria:** l'utilizzo eccessivo di leva finanziaria può aumentare significativamente il rischio. Limitare l'ammontare di denaro preso in prestito per investire può ridurre l'esposizione al rischio.

1.2) Rischio finanziario durante periodi di instabilità politica

L'instabilità politica e i conflitti bellici hanno un impatto profondo sui mercati finanziari, influenzando gli investitori, le imprese e le economie nazionali. Durante periodi di incertezza politica, i mercati finanziari diventano volatili, reagendo sensibilmente alle notizie politiche impreviste, questo fenomeno è particolarmente evidente nelle regioni colpite da conflitti armati, dove il rischio finanziario è accentuato dall'instabilità politica e dalla minaccia costante delle guerre. Questo tipo di rischio viene chiamato: "sistemico" o "rischio non diversificabile" ed influisce sull'intero mercato o su un suo segmento. Il rischio in questione è sia imprevedibile che impossibile da evitare completamente, non può essere mitigato attraverso la diversificazione, ma solo attraverso l'utilizzo di una corretta strategia di asset allocation.

Secondo la BCE si tratta di un rischio così diffuso nell'instabilità finanziaria da riuscire a poter minacciare l'operatività del sistema finanziario, causando impatti diretti sull'economia reale.

Come fa un evento imprevedibile/estremo a diventare un rischio sistemico? Uno dei fattori attraverso cui si trasmette questo tipo di evento a livello sistemico, risiede nella fiducia da parte del pubblico nei confronti degli intermediari finanziari. Quando c'è assenza di tale fiducia vuol dire che l'incertezza ha raggiunto un livello troppo elevato, e questo non può far altro che causare instabilità nei mercati, accrescendo la loro volatilità e favorendo così il propagarsi della crisi anche ai mercati non direttamente coinvolti.

Le cause degli eventi sistemici sono principalmente legate all'interazione tra i diversi attori del mercato finanziario. È fondamentale evitare l'errore comune di credere che la diffusione del rischio sistemico sia unicamente il risultato delle difficoltà incontrate dalle istituzioni di grandi dimensioni.

Ciò non è vero, poiché la portata di tale rischio dipende non dalla grandezza delle istituzioni coinvolte, ma dal grado di correlazione tra di loro.

1.2.1) Impatto delle crisi geopolitiche sui mercati finanziari

Le crisi geopolitiche possono avere un impatto significativo sui mercati finanziari in tutto il mondo. Questo è dovuto alla complessa interconnessione tra i mercati globali, le economie nazionali e gli eventi politici internazionali. Le crisi geopolitiche possono influenzare i mercati tramite:

- **Volatilità dei mercati:** le crisi politiche spesso generano incertezza nei mercati finanziari. Gli investitori reagiscono a queste incertezze vendendo azioni, titoli e altre attività rischiose, portando a una maggiore volatilità dei prezzi.
- **Variazioni dei prezzi delle materie prime:** le crisi geopolitiche possono minacciare l'offerta di materie prime, come petrolio, gas naturale o metalli preziosi. I prezzi di queste risorse possono aumentare a causa della preoccupazione per la stabilità dell'approvvigionamento, influenzando l'inflazione e i costi per le imprese. Ne è stato un esempio la guerra in Ucraina in cui il prezzo del gas ha subito un innalzamento notevole assieme ad altri prodotti.
- **Andamento dei mercati azionari:** le aziende coinvolte in operazioni commerciali internazionali o con interessi in regioni colpite da crisi geopolitiche possono subire perdite. Di conseguenza, le azioni di queste aziende possono diminuire di valore, influenzando gli indici di mercato.

- **Fluttuazioni valutarie:** le valute nazionali possono essere influenzate dalle crisi geopolitiche. Ad esempio, in periodi di instabilità politica, gli investitori potrebbero preferire valute considerate sicure.
- **Impatto sui settori specifici:** alcuni settori, come il settore della difesa o delle tecnologie di sicurezza, possono beneficiare da crisi geopolitiche a causa di un aumento della domanda per i loro prodotti e servizi. Al contrario, settori come il turismo e l'ospitalità possono soffrire a causa della diminuzione dei viaggi internazionali dovuta all'instabilità politica.
- **Costi di finanziamento:** le tensioni geopolitiche possono condizionare i tassi di interesse sui mercati obbligazionari. Se gli investitori ritengono che un paese sia più rischioso a causa di eventi politici, potrebbero richiedere tassi di interesse più alti per investire nei suoi titoli di debito.
- **Cambiamenti nelle politiche monetarie:** le banche centrali possono essere influenzate nel prendere decisioni sulle politiche monetarie, così da essere costrette a ridurre i tassi di interesse o adottare altre misure per stimolare l'economia in risposta alle turbolenze causate da eventi geopolitici.

Una metodologia chiave per comprendere e valutare gli impatti finanziari dovuti ad un aumento delle tensioni geopolitiche, e quindi ad un innalzamento del rischio sistemico sulla struttura finanziaria, si basa sulla misurazione di tali tensioni attraverso un indice. Un primo approccio analitico adottato è l'utilizzo dell'Indice di Rischio Geopolitico (GPR) sviluppato da Caldara e Iacoviello. Questo è costruito collegando gli aumenti dei livelli di rischio associati agli eventi segnalati nelle principali testate giornalistiche internazionali in Stati Uniti, Regno Unito e Canada.

Caldara e Iacoviello hanno calcolato l'indice contando il numero di articoli relativi a eventi geopolitici avversi in ciascun quotidiano per ogni mese. Più in dettaglio vengono assegnati dei punteggi alle testate giornalistiche che variano da 0,1,2 o 5. Se nessun titolo parla di tensioni geopolitiche esistenti o crescenti viene assegnato 0 come punteggio; Se un titolo non principale parla di ciò viene assegnato 1; Se invece il titolo principale presenta questi temi ma non la testata principale, ha un punteggio di 2; altrimenti se il titolo della testata si riferisce a questi tipi di rischi, viene attribuito un punteggio pari a 5. Infine, l'indice viene pesato in base:

- Ai punteggi ottenuti
- All'importanza dell'articolo
- Alla posizione dell'articolo all'interno del giornale

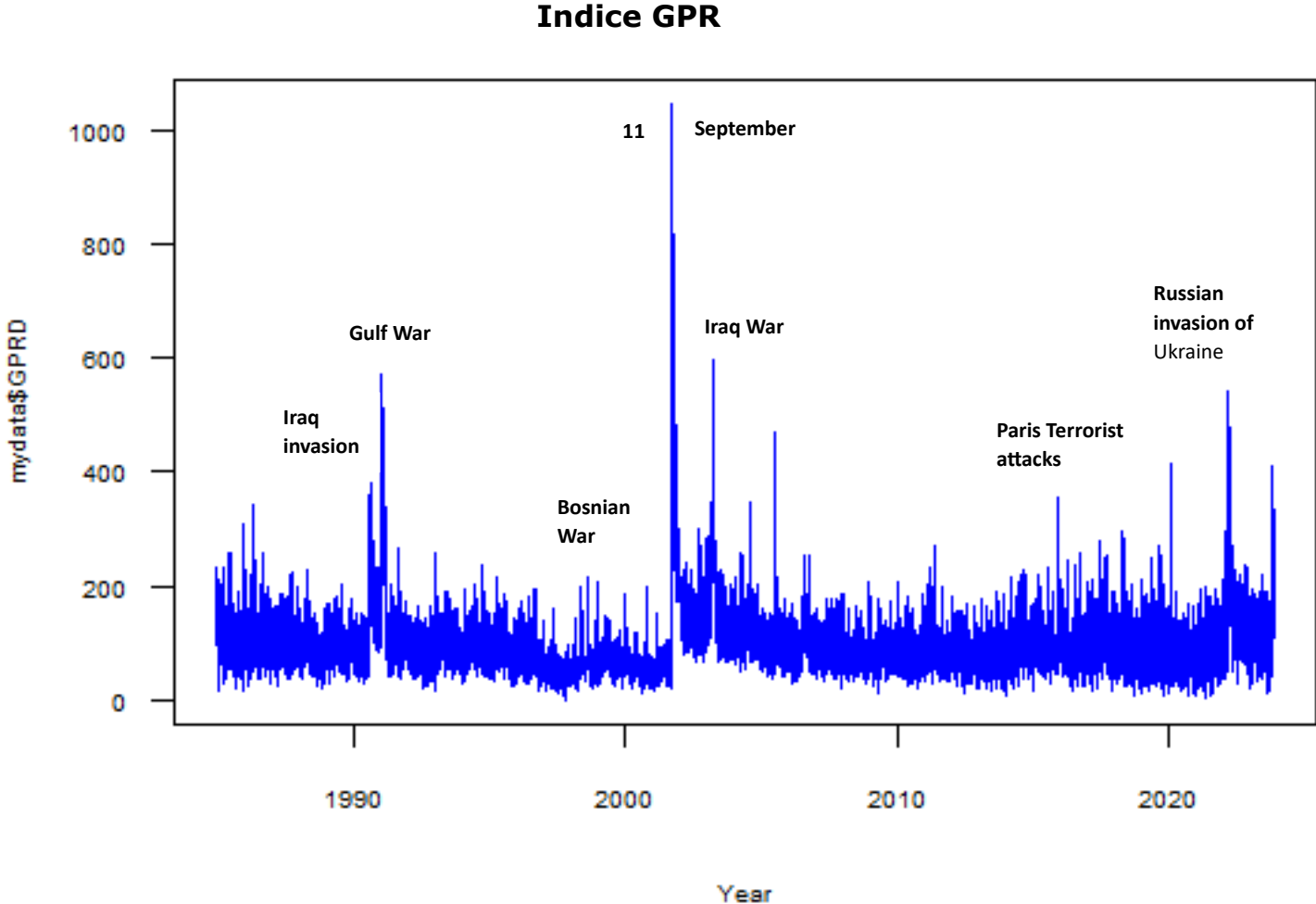
Figura 2: Testata giornalistica relativa ad eventi geopolitici



L'Indice GPR tiene traccia di eventi come guerre, attacchi terroristici e qualsiasi altro tipo di perturbazione che comporti un aumento significativo delle tensioni geopolitiche e che influenzi le relazioni internazionali.

La figura illustra gli eventi rilevanti dal 1970 fino ad oggi. È interessante notare come l'indice abbia registrato un aumento significativo in seguito all'invasione russa dell'Ucraina nel marzo 2022. In quell'occasione, l'indice ha raggiunto uno dei valori più elevati degli ultimi 50 anni, paragonabile ai picchi registrati durante la guerra del Golfo e la guerra in Iraq.

Figura 3: Indice GPR dal 1970 ad oggi



Due elementi costitutivi dell'indice GPR sono:

- l'indice delle minacce geopolitiche (GPT), che cattura le preoccupazioni sulla portata, la durata e le ramificazioni delle tensioni e dei conflitti geopolitici;
- l'indice degli atti geopolitici (GPA), cattura l'effettiva manifestazione di eventi avversi come l'inizio e lo svolgimento delle guerre.

L'indice GPT, che è cresciuto tra gennaio e marzo 2022, è diminuito in aprile e maggio dello stesso anno. Anche l'indice GPA è aumentato all'indomani dell'invasione ed è diminuito, anche se più lentamente.

Figura 4: Indice GPR e i suoi fattori

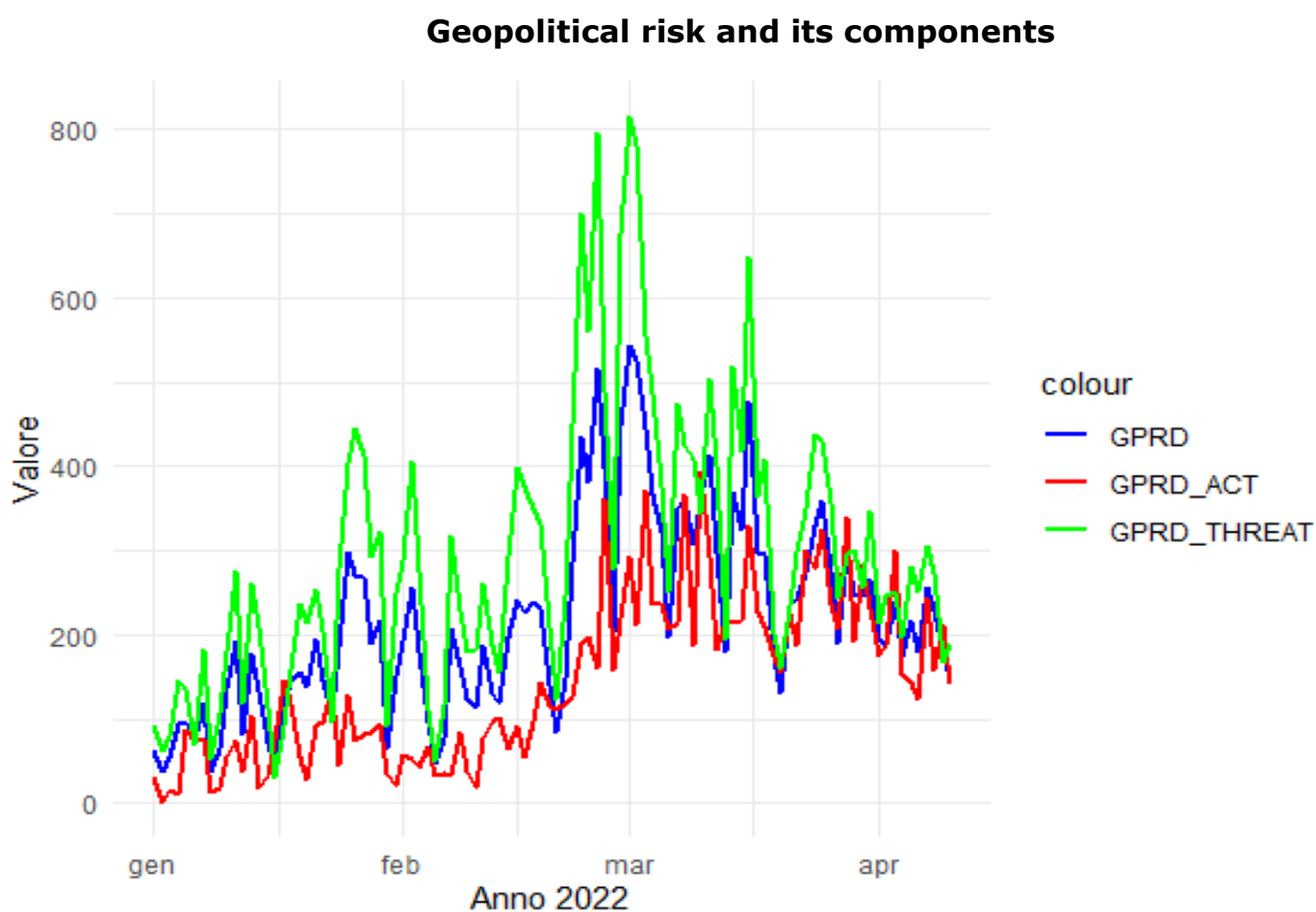
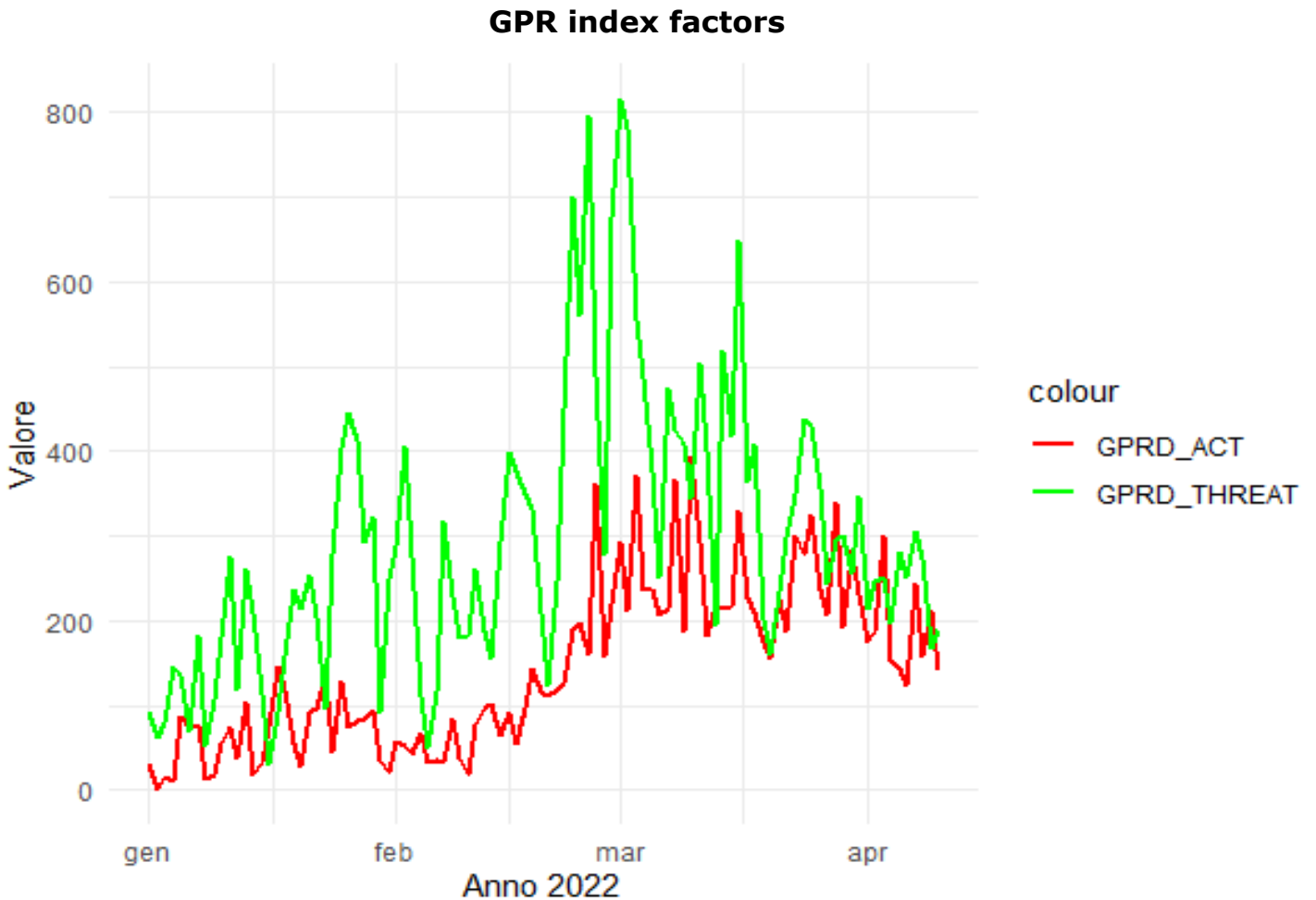


Figura 5: Fattori dell'indice GPR



In passato, periodi caratterizzati da significativi rischi geopolitici hanno provocato notevoli impatti sfavorevoli sull'attività economica a livello mondiale. I conflitti bellici danneggiano sia il capitale umano che materiale, indirizzando le risorse verso impieghi meno efficienti, modificando i flussi del commercio internazionale e degli investimenti, causando inoltre disturbi alle reti globali di approvvigionamento.

1.3) Strategia di gestione del portafoglio in periodi di instabilità politica

In un clima di incertezza geopolitica e di volatilità finanziaria, è auspicabile adottare un approccio razionale e strategico a lungo termine, con una buona diversificazione e un orientamento verso il nuovo contesto mondiale. La diversificazione tra classi d'investimento, ma anche tra regioni, settori e tematiche, non è mai stata così importante come oggi. Inoltre, il sorgere di nuove dinamiche richiede adeguamenti tematici: energia, cyber security e difesa sono per gli investitori dei temi chiave.

Gli investitori, spaventati dalle imprevedibili dinamiche politiche, tendono ad agire con cautela, spostando i loro movimenti verso attività considerate più sicure, come l'oro e i titoli di stato di paesi stabili. Tuttavia, un ulteriore problema risiede nelle fluttuazioni valutarie che aumentano sempre di più durante un conflitto, creando disagi per le aziende impegnate nel commercio internazionale e nel finanziamento in valute straniere. Ecco alcune linee guida utili:

- **Diversificazione:** mantenere un portafoglio ben diversificato è fondamentale. Investire in una varietà di asset come azioni, obbligazioni, beni immobili e materie prime può aiutare a ridurre il rischio complessivo del portafoglio.
- **Copertura:** coprire parte del rischio usando strumenti derivati o opzioni come i Futures, ossia un contratto che impegna l'acquirente a comprare o il venditore a vendere un bene in futuro a un prezzo predeterminato, in modo da proteggersi da variazioni future dei prezzi. Mentre l'opzione call o put mi dà diritto a comprare o vendere un bene ad un prezzo stabilito.
- **Investimenti sicuri:** durante periodi di incertezza politica, molti investitori cercano rifugio in asset considerati sicuri, come l'oro e i

titoli di Stato di paesi stabili. Questi investimenti tendono a mantenere il loro valore anche durante periodi turbolenti.

- Monitoraggio costante: è importante rimanere informati sugli eventi politici ed economici in corso. Le decisioni dei leader politici possono avere un impatto significativo sui mercati finanziari; quindi, è essenziale essere consapevoli di questi eventi e considerare adeguatamente le loro implicazioni per il portafoglio.
- Liquidità: mantenere una certa quantità di liquidità nel portafoglio può essere utile durante periodi di instabilità politica. La liquidità fornisce flessibilità, consentendo agli investitori di approfittare delle opportunità emergenti o di coprirsi contro perdite impreviste.
- Consultare un consulente finanziario: gli investitori possono beneficiare della consulenza di professionisti finanziari esperti che possono aiutare a creare una strategia personalizzata in base alla situazione politica e alle esigenze individuali.
- Mantenere la prospettiva a lungo termine: non lasciarsi influenzare eccessivamente dagli eventi politici a breve termine. Gli investimenti a lungo termine tendono a recuperare anche dopo periodi di volatilità.

In conclusione, in periodi di incertezza, l'approccio razionale e diversificato è essenziale nella gestione del portafoglio.

L'uso di strumenti come il Value at Risk (VaR) può fornire una guida aggiuntiva, aiutando gli investitori a quantificare il rischio finanziario in un determinato periodo di tempo e con un certo livello di confidenza.

Capitolo 2

Il Value at Risk

2.1) Definizione e origine del VaR

In ambito finanziario il VaR rappresenta un indicatore utilizzato per stimare il livello di rischio di mercato associato a un particolare strumento di investimento, basandosi sui rendimenti passati e sulle stime di volatilità. In un contesto più ampio, questo indicatore può anche riferirsi al rischio di credito, al rischio di liquidità e al rischio operativo. Tuttavia, indica la massima possibile perdita che la posizione finanziaria potrebbe subire verosimilmente nel periodo di tempo considerato.

Quindi l'indicatore dipende da due parametri:

- Time frame (orizzonte temporale) che viene scelto a discrezione dell'investitore
- Livello di confidenza statistica, solitamente la possibile perdita può essere stimata al 95% o 99%

Il concetto di Value at Risk (VAR) è emerso negli anni '80 come risposta alla necessità di misurare e gestire il rischio finanziario in modo più

accurato. La crisi finanziaria del 1987, nota anche come "Black Monday", durante la quale i mercati azionari globali subirono crolli significativi in un solo giorno, ha evidenziato la necessità di strumenti più sofisticati per comprendere e valutare il rischio di mercato.

Per tali ragioni nel corso degli anni '90 il CEO di J.P. Morgan, Sir Dennis

Weatherstone, ordinò al suo team di sviluppare un indicatore sintetico che fosse in grado di cogliere tutti i rischi a cui era esposta la banca in un unico documento, noto come "report delle 4.15", consegnato a Weatherstone alla chiusura dei mercati. L'introduzione di questa metodologia da parte di J.P. Morgan ha portato alla diffusione del concetto di Value at Risk (VaR). J.P.M. chiese ai suoi analisti più competenti, esperti di finanza e statistica, di ideare un indicatore che potesse rappresentare in modo chiaro ed efficiente l'intero rischio che la società stava affrontando, nacque così il concetto di Value at Risk. Ogni giorno, veniva compilato un rapporto entro le 4.15 del pomeriggio, noto come "report delle 4.15", che doveva essere presentato sulla scrivania di Weatherstone. Questo documento, stabilito un certo Holding period (solitamente uno o dieci giorni) e determinato un intervallo di confidenza solitamente il 95% o il 99%, indicava l'importo in dollari che

J.P.Morgan/Reuters

RiskMetrics™ — Technical Document

Fourth Edition, 1996
New York
December 17, 1996

- J.P. Morgan and Reuters have teamed up to enhance RiskMetrics™. Morgan will continue to be responsible for enhancing the methods outlined in this document, while Reuters will control the production and distribution of the RiskMetrics™ data sets.
- Expanded sections on methodology outline enhanced analytical solutions for dealing with non-linear options risks and introduce methods on how to account for non-normal distributions.
- Enclosed diskette contains many examples used in this document. It allows readers to experiment with our risk measurement techniques.
- All publications and daily data sets are available free of charge on J.P. Morgan's Web page on the Internet at <http://www.jpmorgan.com/RiskManagement/RiskMetrics/RiskMetrics.html>. This page is accessible directly or through third party services such as CompuServe®, America Online™, or Prodigy®.

Morgan Guaranty Trust Company
Risk Management Advisory
Jacques Longestay
(1-212) 648-4936
riskmetrics@jpmorgan.com

Reuters Ltd
International Marketing
Martin Spencer
(44-171) 542-3260
martin.spencer@reuters.com

This *Technical Document* provides a detailed description of RiskMetrics™, a set of techniques and data to measure market risks in portfolios of fixed income instruments, equities, foreign exchange, commodities, and their derivatives issued in over 30 countries. This edition has been expanded significantly from the previous release issued in May 1995.

We make this methodology and the corresponding RiskMetrics™ data sets available for three reasons:

1. We are interested in promoting greater transparency of market risks. Transparency is the key to effective risk management.
2. Our aim has been to establish a benchmark for market risk measurement. The absence of a common point of reference for market risks makes it difficult to compare different approaches to and measures of market risks. Risks are comparable only when they are measured with the same yardstick.
3. We intend to provide our clients with sound advice, including advice on managing their market risks. We describe the RiskMetrics™ methodology as an aid to clients in understanding and evaluating that advice.

Both J.P. Morgan and Reuters are committed to further the development of RiskMetrics™ as a fully transparent set of risk measurement methods. We look forward to continued feedback on how to maintain the quality that has made RiskMetrics™ the benchmark for measuring market risk.

RiskMetrics™ is based on, but differs significantly from, the risk measurement methodology developed by J.P. Morgan for the measurement, management, and control of market risks in its trading, arbitrage, and own investment account activities. **We remind our readers that no amount of sophisticated analytics will replace experience and professional judgment in managing risks.** RiskMetrics™ is nothing more than a high-quality tool for the professional risk manager involved in the financial markets and is not a guarantee of specific results.

la società avrebbe potuto perdere considerando tutte le attività correnti possedute. Questo strumento è stato rapidamente adottato da molte altre istituzioni finanziarie, in parte grazie all'accesso alla banca dati di RiskMetricsTM.

2.1.2) Obiettivi del VaR

Il VaR è fondamentale per adottare un approccio razionale al rischio finanziario. Quando pianifichiamo i nostri investimenti, è importante selezionare con attenzione una strategia che si adatti alle nostre esigenze, questo ci aiuta a comprendere le possibili sfide e a trovare l'equilibrio tra il potenziale guadagno e la protezione del capitale, ciò è essenziale per affrontare gli investimenti con tranquillità. Gli indicatori come il VaR non mirano a prevedere il futuro, ma forniscono indicazioni preziose per collegare gli investitori alle opportune opzioni di investimento.

Il Value at Risk espone la massima perdita potenziale di uno strumento finanziario o di un portafoglio di strumenti in un arco temporale predefinito e con una certa probabilità. Il vantaggio dell'introduzione del VaR sta nella possibilità di rendere omogeneo il sistema di misurazione del rischio finanziario di strumenti tra loro eterogenei.

Ipotizziamo il caso di un istituto di credito che possiede i seguenti strumenti finanziari:

€ 1.000.000,00 di un BTP scadenza 2035 al 5%;

€ 200.000,00 di azioni Eni;

\$ 100.000,00 di un deposito in divisa;

Il calcolo del Var permette di rendere omogenei prodotti che non lo sono tra di loro. Se andassimo infatti a monitorare il rischio dei singoli strumenti si evidenzerebbe che i singoli indicatori di rischio di primo livello (come il beta o la modify duration) non permetterebbero di ottenere una visione

globale di portafoglio ne permetterebbero di capire l'esposizione al rischio espressa in unità di divisa.

In conclusione, il Var omogeneizza il rischio di attività finanziarie eterogenee, permettendo così di analizzare il rischio di ogni singola unità di business.

2.1.3) Principali utilizzi del VaR

Il Value at Risk (VaR) è una misura cruciale del rischio che viene ampiamente impiegata in diverse sfere della gestione dei portafogli di investimenti. Tra i principali utilizzi del VaR, si possono individuare:

- **Valutazione delle prestazioni:** l'obiettivo è valutare le prestazioni di un portafoglio di investimenti rispetto a un determinato livello di rischio. Se il livello di rischio calcolato è inferiore a quello predefinito, ciò rappresenta una valutazione positiva delle prestazioni.
- **Gestione del rischio:** il VaR viene impiegato per valutare il livello di rischio associato a un portafoglio, ciò consente agli investitori di comprendere meglio il profilo di rischio e poter prendere decisioni per gestire tale problema.
- **Pianificazione finanziaria:** l'indicatore può essere utilizzato per valutare il rischio associato a una strategia di investimento o a un portafoglio di investimenti nel lungo termine. Gli investitori possono sfruttare il VaR per valutare come il portafoglio potrebbe evolversi nel tempo e identificare le strategie di investimento che minimizzano il rischio.

2.2) Calcolo del Value at Risk

Il calcolo del Value at Risk si basa su diversi fattori. Il primo parametro è dato dal time frame (orizzonte temporale) e dalla lunghezza di detenzione dell'attività (holding period). Per stabilire l'intervallo di tempo si considera anche il tempo richiesto per smobilizzare gli investimenti: nei mercati molto liquidi e con alto volume di scambi giornalieri, il time frame può essere di un giorno, viceversa si considera un intervallo minimo di dieci giorni. La seconda voce principale è il livello di confidenza statistica: la probabilità di perdita, infatti, può essere stimata al 95% o al 99%. Per quantificare il rischio vengono presi in considerazione tre distinti fattori:

La distribuzione delle perdite e dei profitti del portafoglio o dell'attivo in questione nell'arco di un determinato lasso di tempo basato su differenti tipi di calcolo.

Il livello di fiducia, che viene espresso con un valore numerico compreso tra 0 e 1 e che permette di determinare la probabilità di ottenere un rendimento superiore o uguale al Value at Risk. Per esempio, nel caso di una normale distribuzione di profitti e perdite, se il VaR per il lasso di tempo indicato è dato a 1 milione di euro con un livello di fiducia del 95%, la perdita associata all'attivo ha il 95% delle probabilità di non superare l'importo indicato.

Il lasso di tempo durante il quale si possiede un titolo o un portafoglio di titoli permette di affinare il calcolo del Value at Risk tenendo conto della composizione dei rendimenti. Va notato che, sebbene il periodo di possesso di un attivo sia variabile a seconda dell'investitore, nel quadro delle procedure di calcolo del VaR le autorità di regolazione dei mercati finanziari esigono l'utilizzo di lassi temporali comuni. Si può, ad esempio, tenere conto dello storico dei rendimenti di un'attività finanziaria. Oppure assumere che il rendimento segua una distribuzione predefinita (ad esempio la distribuzione normale o gaussiana).

Nel 1994 J.P. Morgan decide di rendere pubblico il documento tecnico che descrive la propria metodologia di misurazione ed aggregazione dei rischi (denominata RiskMetrics). Inizia così il periodo di rapida crescita dei modelli e delle tecniche di misurazione dei rischi che a tutt'oggi caratterizzano il risk management delle banche.

Solo tre anni dopo nel 1997, quasi in contemporanea, vengono pubblicati tre documenti tecnici: Creditmetrics (di J.P. Morgan), CreditRisk+ (di Crédit Suisse) e Credit Portfolio View (di McKinsey) che introducono altrettanti modelli di misurazione del VaR per i portafogli di crediti su un orizzonte annuale.

2.2.1) Metodi di approccio del VaR

Il VaR presenta due metodi di approccio, chiamati approccio deterministico e approccio stocastico.

Il sistema di calcolo deterministico si basa sulle analisi storiche delle serie dei prezzi e indici di mercato attraverso una analisi delle fluttuazioni e variazioni delle stesse. Questo approccio comprende due metodi di calcolo: metodo parametrico e metodo della simulazione storica.

Il metodo parametrico (varianza-covarianza) utilizza la varianza e la covarianza dei rendimenti degli asset per stimare il VaR. Tuttavia, si basa sull'assunzione che i rendimenti seguano una distribuzione normale, il che potrebbe non essere sempre il caso nei mercati finanziari reali. Pertanto, i risultati possono essere influenzati dalla sensibilità all'assunzione di normalità.

Il metodo della simulazione storica fonda le sue basi sull'analisi dei dati storici dei rendimenti per determinare il VaR. Questo metodo evita l'assunzione di distribuzioni specifiche, ma può essere influenzato da eventi eccezionali nel passato, che potrebbero non riflettere

accuratamente le condizioni future. Inoltre, richiede una vasta quantità di dati storici rilevanti.

Il sistema di calcolo stocastico basa le sue fondamenta sulle analisi di scenario simulate, chiamato anche metodo Monte Carlo. Questo approccio coinvolge la creazione di scenari simulati utilizzando modelli matematici complessi e numeri casuali. Esso può essere flessibile e tener conto di varie distribuzioni dei rendimenti, ma richiede una notevole capacità computazionale e può essere influenzato dalla qualità dei dati di input e dalla scelta dei modelli.

Ciascun metodo ha le sue peculiarità e dipendenza da assunzioni specifiche. La scelta tra questi approcci deve considerare la natura dei dati disponibili, la complessità del portafoglio e le aspettative riguardo alle condizioni di mercato future. È fondamentale comprendere le limitazioni di ogni metodo e, spesso, le istituzioni finanziarie integrano queste metodologie e considerano anche scenari estremi al fine di ottenere una valutazione più completa e accurata del rischio finanziario.

2.2.2) Sistema di calcolo deterministico

Il metodo parametrico, noto anche come metodo "varianza-covarianza", è uno degli approcci più utilizzati per calcolare il Value at Risk. Questo approccio si basa sull'assunzione che i rendimenti siano distribuiti secondo una distribuzione normale.

Per calcolare il VaR è fondamentale avere informazioni sulla media e sulla deviazione standard dei rendimenti dell'asset in esame. La media rappresenta il rendimento medio atteso dell'asset, mentre la deviazione standard indica quanto i rendimenti possono variare rispetto alla media, fornendo quindi una misura della volatilità dell'asset. Questi parametri sono cruciali per stimare il potenziale rischio finanziario associato all'asset e stabilire limiti di perdita accettabili per un determinato livello di confidenza. Esso, tuttavia, non è in grado di calcolare il livello di

rischio per gli strumenti di tipo non-lineare relativi a beni volatility-dependent come le opzioni.

Il metodo varianza-covarianza prevede di stimare il VaR di una posizione come il prodotto di tre elementi:

- Il valore di mercato della posizione stessa (VM)
- La volatilità dei rendimenti dell'asset (σ)
- Il livello di confidenza (z)

Calcolo del VaR di una posizione:

$$\text{VaR} = \text{VM} \cdot \sigma \cdot z$$

Formula 1: VaR parametrico

Questa formula del VaR è calcolata utilizzando un orizzonte temporale pari a un giorno, se volessimo effettuare il VaR un mese in avanti, basterebbe aggiungere alla formula la radice del tempo di rilevazione.

Ad esempio, supponiamo di avere una posizione di 150.000 euro in un asset con una deviazione standard dei rendimenti del 2% e di voler calcolare il VaR a un livello di confidenza del 99%.

La formula del VaR parametrico ci dà:

$$\text{VaR} = 150.000 \cdot 0,02 \cdot Z_{0.01}$$

Dove:

$Z_{0.01}$ è il quantile della distribuzione normale standard, pari a 2.33

Quindi, il VaR a un livello di confidenza del 99% è pari a 6.990€. Ciò significa che con una probabilità del 99%, il nostro asset avrà un'eventuale perdita giornaliera non superiore a 6.990 euro.

Se invece si vuole calcolare il rischio per un intero portafoglio, bisogna tener conto di un ulteriore fattore rappresentato dai coefficienti di correlazione fra i rendimenti dei fattori di mercato.

Esempio di calcolo del var per un intero portafoglio:

$$\text{VaR}_p = \sigma_p * z_p * \sum_{i=1}^n VM_i * W_i$$

Formula 2: VaR per un portafoglio di titoli

Dove:

- σ_p : deviazione standard dell'intero portafoglio
- W_i : peso dell'i-esima posizione all'interno del portafoglio
- $i=1,2,\dots, n$: numero di asset che compongono il portafoglio
- z_p : valore dell'intervallo di confidenza
- VM_i : valore di mercato dell'i-esima posizione all'interno del portafoglio

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n w_i w_j * \sigma_i \sigma_j * \rho_{ij}}$$

Formula 3: Deviazione standard del rendimento di un portafoglio

Dove:

- ρ_{ij} è la correlazione tra i-esimo e j-esimo asset
- W: pesi degli n asset
- σ_i sono le deviazioni standard dei rendimenti degli N asset all'interno del portafoglio
- n: numero asset che compongono il portafoglio

Quando si vuole calcolare il VaR di un portafoglio composto da numerose posizioni e diversi fattori di mercato, occorre ricorrere alla rappresentazione matriciale. Ad esempio, un portafoglio composto da N posizioni è caratterizzato da N VaR, i singoli VaR relativi alle singole posizioni possono essere espressi come forma vettoriale:

$$\bar{V} = \begin{pmatrix} VaR_1 \\ VaR_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ VaR_n \end{pmatrix}$$

Analogamente i coefficienti di correlazione possono essere espressi in forma matriciale:

$$C = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{1,2} & \cdots & \rho_{1,N} \\ \rho_{2,1} & \rho_{2,2} & \ddots & \vdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \rho_{N,1} & \rho_{N,2} & \cdots & \rho_{N,N} \end{bmatrix}$$

Limiti approccio varianze-covarianze

L'approccio varianze-covarianze presenta alcuni limiti risiedenti nelle ipotesi stesse; infatti, viene assunto che i rendimenti seguano una distribuzione normale, così da non riuscire a cogliere l'asimmetria e le code pesanti. Le variazioni di prezzo e dei rendimenti sono distribuite in modo non simmetrico dando luogo ad una asimmetria che può risultare negativa o positiva. Oltre alle variazioni dei rendimenti e dei prezzi, anche la distribuzione dei tassi di interesse non segue un andamento normale poiché risente particolarmente degli effetti della politica monetaria in modo non casuale. Questi problemi prendono il nome di "fat tail", tale fenomeno sta ad indicare che perdite elevate si verificano più frequentemente rispetto ad una distribuzione normale.

Una soluzione a ciò potrebbe essere quello di sostituire la distribuzione normale con una distribuzione "t di Student", la quale presenta code più pesanti alla normale e quindi è in grado di risaltare le variazioni di mercato.

L'approccio della simulazione storica è fondato sull'analisi dei dati storici dei rendimenti degli asset. Questo metodo non basandosi sulla forma della distribuzione dei rendimenti dei fattori di mercato, non richiede la stima dei parametri di tale distribuzione.

In questi modelli si ipotizza che le variazioni dei fattori di mercato siano rappresentate dalla serie storica; quindi, il VaR viene calcolato come la perdita massima che si sarebbe subita in un determinato tempo nel passato con un dato intervallo di confidenza. Tuttavia, si sceglie un periodo storico e vengono calcolate le variazioni di valore dei rendimenti dell'asset di quel periodo e dopodiché vengono ordinati dal peggiore al migliore (dalla massima perdita al massimo profitto), in questo modo si ottiene una distribuzione empirica di probabilità delle variazioni di valore del portafoglio. Il VaR corrisponde alla massima perdita attesa in quel periodo con una certa probabilità.

D'altro canto, l'analisi storica presenta delle limitazioni significative. Il valore a rischio (VaR) determinato, è strettamente legato alla selezione del periodo temporale e non tiene conto dei cambiamenti di mercato o di eventi imprevedibili assenti nelle registrazioni storiche. Questo implica che, in caso di un evento come un crollo di mercato o una crisi economica senza precedenti in futuro, il VaR calcolato mediante l'analisi storica potrebbe non riflettere appieno la vera entità del rischio.

2.2.3) Sistema di calcolo Stocastico

Il metodo Monte Carlo presenta delle similitudini riguardo al metodo della simulazione storica poiché simula una serie di scenari basati su dati storici, a differenza di essa è necessario però precisare la distribuzione di probabilità per i fattori di rischio. In pratica si utilizza un modello idoneo per descrivere il comportamento degli asset e si generano dei numeri casuali che mi rappresentano i parametri degli asset (media, volatilità e correlazioni). Il calcolo del VaR può essere riassunto in questo modo:

- Gli strumenti finanziari presenti nel portafoglio vengono scomposti in fattori di rischio elementari.
- Vengono raccolti i dati di mercato relativi ai fattori di rischio su un arco temporale.
- Simulazione degli scenari in base alla distribuzione di probabilità scelta.
- Fase di controllo dei risultati, confronto i valori ottenuti tramite la simulazione di scenari con il valore corrente del portafoglio.
- Raccolta profitti e perdite.

La terza fase è quella più delicata perché richiede la generazione di numeri casuali, il criterio più utilizzati frequentemente è quello di ricorrere ad una distribuzione uniforme definita nell'intervallo $[0,1]$.

Questo approccio risulta particolarmente vantaggioso in situazioni in cui il rendimento di un asset segue una distribuzione complessa o non conforme

alla norma. In aggiunta, la simulazione di Monte Carlo eccelle nella capacità di generare scenari estremi che potrebbero non essersi verificati in passato. Inoltre, permette il calcolo del VaR su strumenti con payoff non lineare o complessi.

Invece uno svantaggio risiede proprio nelle ipotesi stesse poiché la distribuzione dei potenziali profitti o perdite dalla quale si ricava il VaR è influenzata dalla distribuzione di probabilità scelta per stimare i fattori di rischio, però rimane comunque un metodo oneroso in termini di tempo e risorse informatiche.

Esempio di calcolo per un portafoglio con il metodo Monte Carlo:

Il calcolo del VaR per un portafoglio è più complesso poiché bisogna tener conto della struttura delle correlazioni fra i rendimenti di tutti i fattori che influenzano il valore di mercato del portafoglio. Quindi in una prima fase si stima la matrice varianze-covarianze dei rendimenti di mercato (Σ); successivamente Σ viene scomposta in due matrici simmetriche X e X^T , dove $\Sigma = XX^T$.

Nella terza fase viene attuata la simulazione degli scenari, moltiplicando la matrice X^T per un vettore di numeri casuali z , ricorrendo a un generatore di numeri casuali per ogni fattore di mercato tenendo in considerazione la struttura delle correlazioni.

Durante la quarta fase viene calcolata la variazione del valore di mercato del portafoglio, costruendo la distribuzione empirica delle variazioni del valore di mercato del portafoglio.

Nella fase finale viene definito il VaR in corrispondenza del percentile relativo al livello di confidenza prescelto.

Confronto fra le tre metodologie: Ognuno dei tre metodi presenta dei propri punti di forza e di debolezza e quindi è difficile da stabilire quale sia la migliore, ma una tecnica può essere più idonea dell'altra in base alle tipologie di portafoglio che ci si trova davanti.

L'approccio parametrico è veloce, ma quando ci si trova in presenza di strumenti non-lineari, la bontà delle stime del VaR decresce.

Il metodo della simulazione storica rende la stima del VaR limitata alla serie storica data.

Infine, il metodo Monte Carlo richiede capacità di calcolo elevate dimostrandosi una tecnica dispendiosa e complessa in termini di tempo e risorse.

Tabella 1: Pro e contro delle varie metodologie

PRO E CONTRO	Approccio parametrico	Simulazione storica	Simulazione Monte Carlo
Semplicità di implementazione	Si	Si	No
Dati facilmente ottenibili	Si	No	No
Determinata distribuzione dei parametri	No	No	Si
Meccanismi di pricing	No	No	Si
Calcolo su strumenti con payoff non-lineare	No	Si	Si
Necessaria una fase di mapping	Si	No	No

2.3) Calcolo del VaR e stima della volatilità secondo RiskMetrics

Come citato in precedenza J.P Morgan nel 1994 pubblicò una versione del suo sistema chiamata RiskMetrics dove illustrava come calcolare le stime necessarie per un numero elevato di variabili di mercato. Il documento si articola in cinque parti:

- Analisi delle proprietà statistiche dei rendimenti
- Ipotesi del modello
- Stima della volatilità
- Calcolo del VaR
- Backtesting

Dalle analisi dei rendimenti si è osservato che essi possiedono una distribuzione leptocurtica¹, ciò significa che gli eventi estremi si verificano con maggiore frequenza.

Ipotesi del modello: RiskMetrics misura le variazioni del portafoglio in termini di variazioni logaritmiche del prezzo.

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$$

Formula 4: Rendimento al tempo t secondo RiskMetrics

¹ *Leptocurtosi*¹: La leptocurtosi è una curva di frequenza con una curtosi molto alta. In questo caso, gli elementi della distribuzione sono concentrati nelle immediate vicinanze della media aritmetica e l'indice K di curtosi risulta positivo. La variabilità è minima.

Dove:

- R_t : Rendimento semplice uniperiodale
- P_t : Prezzo di mercato di un asset al tempo t

Si parla invece di rendimento continuo uniperiodale quando: $\ln P_t = p_t$

$$r_t = p_t - p_{t-1} = \ln \frac{p_t}{p_{t-1}} = \ln (1 + R_t) \approx R_t$$

Formula 5: Rendimento composto continuo

Nel caso di rendimento semplice multiperiodale si ha:

$$R_{tk} = \frac{P_t - P_{t-k}}{P_{t-k}}$$

Formula 6: Rendimento semplice multiperiodale

Mentre il rendimento composto continuo è dato da:

$$r_{tk} = r_t - r_{t-1} + \dots + r_{t-k-1}$$

Formula 7: Rendimento composto continuo

RiskMetrics utilizza i rendimenti composti continui per il calcolo, quindi il rendimento del portafoglio è la media ponderata dei rendimenti continui:

$$r_p = \sum_{i=1}^n w_i * r_i$$

Formula 8: Rendimento di un portafoglio secondo RiskMetrics

Dove:

- r_p : rendimento del portafoglio
- r_i : rendimento composto continuo dell'i-esimo asset
- w_i : peso dell'i-esimo asset
- n : numero asset del portafoglio

Per quanto riguarda i prezzi degli strumenti, essi vengono modellati secondo un processo Random Walk². Assunzioni di un processo Random Walk:

$$Y_t = Y_{t-1} + \mathcal{E}_t \quad \mathcal{E}_t \sim WN(0, \sigma^2)$$

$$p_t = c + p_{t-1} + \sigma_t * \mathcal{E}_t$$

Formula 9: Prezzo dello strumento finanziario

Dove:

- σ_t : volatilità del rendimento
- c : costante

² Processo Random Walk: questo modello finanziario parte dall'assunzione che il comportamento del mercato azionario sia totalmente casuale e non influenzato da eventi passati o dai prezzi di altre azioni. In altre parole, secondo questa ipotesi, il valore futuro di ciascuna azione è considerato indipendente dai suoi precedenti movimenti e dal valore di altre azioni.

Per la stima e previsione della volatilità, RiskMetrics utilizza un modello a media mobile esponenzialmente ponderata "EWMA", con pesi decrescenti.

In questo modello un ruolo importante lo svolge il parametro di lisciamiento con cui si determina la velocità di assegnazione del peso ai dati storici rispetto a quelli più recenti.

Il parametro viene indicato con λ , $\lambda \in [0,1]$ e si riferisce alla rapidità con cui il modello si adatta ai cambiamenti di volatilità. Quindi un valore elevato mi implica un modello più sensibile alle novità di mercato, viceversa al contrario. Nel documento viene rappresentato un $\lambda=0.94$ dando così maggior peso ai dati storici.

La previsione della volatilità di un singolo asset tramite il modello EWMA viene dato da:

$$\sigma_{i,t+1}^2 = \lambda r_{i,t}^2 + (1 - \lambda) \sigma_{i,t}^2$$

Formula 10: Volatilità di un asset calcolato secondo il modello EWMA

Si può concludere che i dati più recenti hanno un peso maggiore rispetto ai dati storici, ciò significa che viene data maggior importanza alle informazioni più recenti.

Calcolo del Value at Risk:

Il modello RiskMetrics prevede che i rendimenti condizionati al tempo t si distribuiscono come una normale con media 0 e varianza pari al modello EWMA.

$$r_{t+1}|I_t \sim N(0, \sigma_{t+1}^2)$$

$$\sigma_{t+1}^2 = \lambda r_{i,t}^2 + (1 - \lambda) \sigma_{i,t}^2$$

Formula 11: Distribuzione dei rendimenti

Definizione del VaR: $\text{Prob}(r_{t+1} < -\text{VaR}\%) = p\%$

$$Z_p = -\frac{\text{VaR}}{\sigma_{t+1}}$$

Formula 12: Quantile della normale standard

Il VaR uniperiodale è dato da:

$$-\sigma_{t+1}^2 * Z_p$$

Formula 13: VaR uniperiodale

Mentre se volessimo calcolare il VaR multiperiodale bisogna tener conto dell'incorrelazione dei rendimenti e della loro varianza.

$$\text{VaR}_k = -\sigma_{t+1}^2 * Z_p * \sqrt{k}$$

Formula 14: VaR multiperiodale

2.3.1) Backtesting

Il Backtesting è un documento diffuso da J.P Morgan utilizzato nei mercati finanziari per valutare le performance di una strategia di trading o di investimento applicandola a dati storici.

Questo documento parte dall'assunzione che le strategie che hanno dimostrato successo in passato manterranno la loro efficacia anche in contesti di mercato attuali e futuri. Tuttavia, è fondamentale notare che tale presupposto può essere rischioso, poiché le condizioni di mercato sono suscettibili ai cambiamenti imprevisi, e ciò che ha funzionato in passato potrebbe non necessariamente essere applicabile nel presente o nel futuro.

La logica che sta sotto al Backtesting prevede che, se il modello è qualitativamente adeguato, allora confrontando periodicamente la stima giornaliera del VaR di un portafoglio con le perdite giornaliere dell'attività relative al giorno successivo, dovrebbe tuttavia emergere che le perdite effettive risultano superiori al VaR con una probabilità definita dal livello di confidenza. Nello specifico si va a calcolare la perdita giornaliera attraverso il Value at Risk (VaR) ad un dato livello di confidenza (95% o 99%). Le bande VaR sono ottenute basandosi sulla deviazione standard del portafoglio.

Per valutare la performance del modello, si contano le occasioni in cui il VaR sottostima le perdite future, se questo numero non supera il 5% (preso come esempio), il modello viene considerato corretto, altrimenti se lo supera è un modello non corretto.

Questa valutazione si basa sull'ipotesi di una variabile aleatoria Y_t per ogni giorno, dove

$$Y_t = \begin{cases} 1 & \text{perdita osservata} > VaR \\ 0 & \text{altrimenti} \end{cases}$$

Considerando l'indipendenza giornaliera delle variabili Y_t e T pari al numero di giorni, allora la somma delle violazioni del modello è:

$$Y_T = \sum_{t=1}^T Y_t$$

con $Y_t \sim \text{Bin}(T, 0.05)$ dove $E[Y_t] = T * 5\%$

Questo implica che, se il numero totale di violazioni è maggiore di questa previsione il modello non è corretto.

Capitolo 3

Analisi empirica e applicazione del VaR

Questo capitolo prevede l'analisi delle capacità predittive del VaR all'interno del mercato azionario durante il periodo caratterizzato dalla guerra russo-ucraina.

L'analisi prende in considerazione cinque diversi titoli azionari che potrebbero aver riscontrato dei problemi o agevolazioni dovuti al conflitto.

Inizialmente viene riportata un'analisi descrittiva dei titoli e il motivo per cui sono stati scelti, successivamente viene stimato un modello adeguato a determinare il comportamento delle medie e delle varianze. Dopo aver individuato il modello, si passa al calcolo del VaR tramite l'approccio varianze-covarianze e infine si andrà a valutare la bontà di tali stime, per vedere se l'indicatore è rimasto affidabile, nonostante un periodo così instabile economicamente.

3.1) Descrizione del campione di titoli

Per l'analisi empirica sono stati scelti cinque diversi titoli provenienti dal mercato azionario europeo:

- Leonardo S.p.A
- Stellantis S.p.A
- Renault SA
- Banca Intesa
- EuroStoxx 50
- Eni S.p.A.

Leonardo S.p.A è una società industriale di portata internazionale focalizzata sull'eccellenza tecnologica nei settori dell'aerospazio, della difesa e della sicurezza. La collaborazione stretta con partner globali riflette

il ruolo di Leonardo come attore chiave nell'industria aerospaziale e pertanto potrebbe aver tratto dei benefici dalla situazione di conflitto.

Stellantis S.p.A è una holding multinazionale produttrice di autoveicoli con sede nei Paesi Bassi. La scelta di questo titolo è dovuta al fatto che come altre aziende, potrebbe aver subito delle perdite legate alle sanzioni inflitte alla Russia.

Renault SA è una casa automobilistica nata in Francia. L'azienda durante il conflitto ha ceduto allo stato russo tutte le attività presenti in quel paese in modo da tutelare i propri dipendenti da sanzioni contro la Russia.

Intesa Sanpaolo S.p.A. è un istituto bancario italiano, nato dalla fusione tra Banca Intesa S.p.A. e Sanpaolo IMI S.p.A. con sede legale e amministrativa nella città di Torino. In questa analisi vedremo se ha risentito del conflitto visto che la stessa banca è uscita dalla Russia dove contava quasi mille dipendenti.

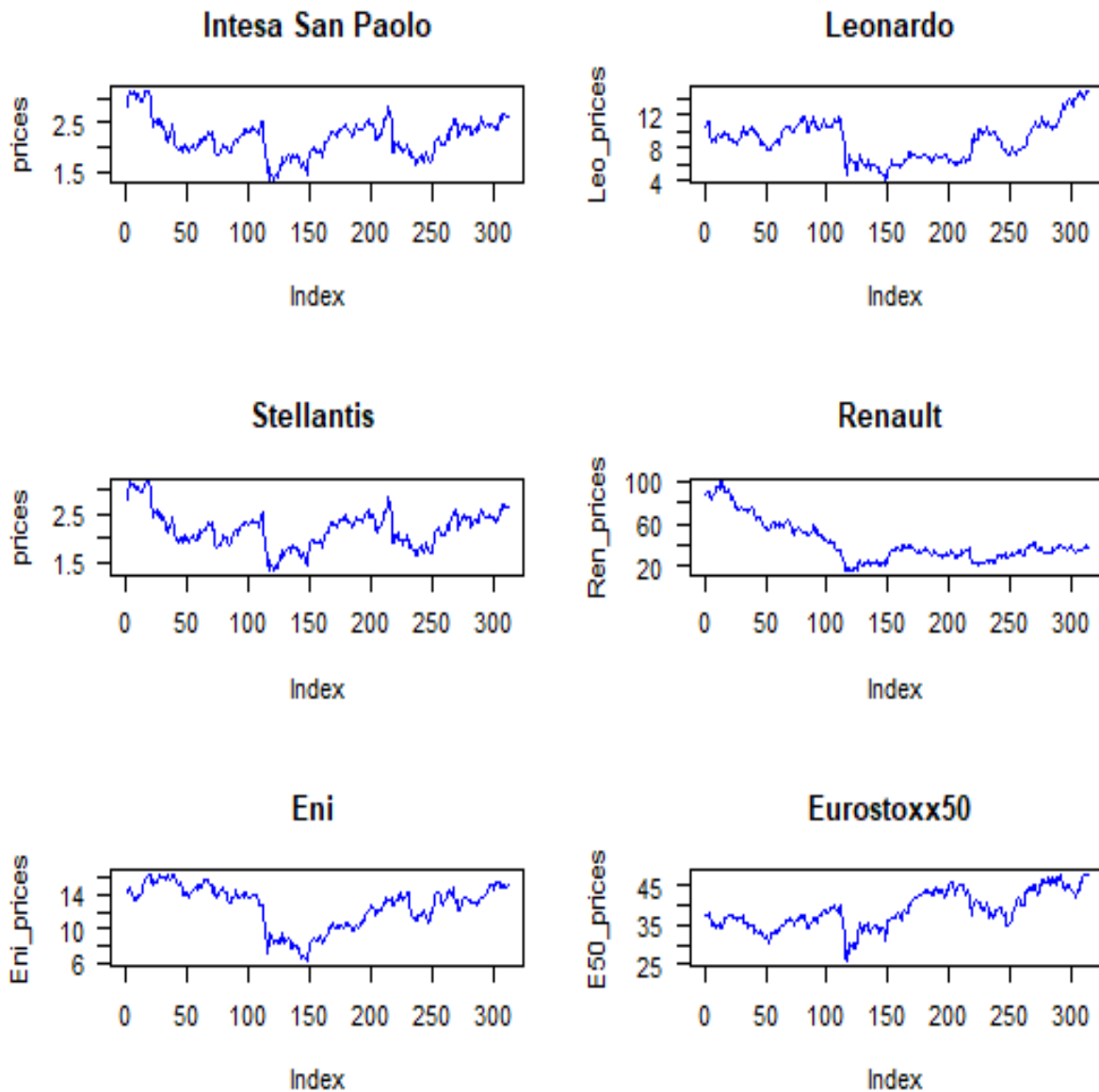
EuroStoxx 50 è un indice azionario di titoli dell'eurozona creato nel 1998, composto da cinquanta titoli. Andremo a vedere se anche su questo indice il VaR è rimasto affidabile.

Eni S.p.A è un'impresa dell'energia con oltre 30.000 persone presente in 67 Paesi. È attiva nell'esplorazione, sviluppo ed estrazione di olio e gas naturale, nell'approvvigionamento, fornitura, trading e trasporto di gas naturale, energia elettrica, carburanti e prodotti chimici.

3.1.1) Raccolta dati

I dati sono stati raccolti dal portale Yahoo Finance, dove ho estratto i prezzi storici dei titoli azionari sopracitati. All'interno di questo si possono trovare diversi tipi di rilevazioni come: giornaliera, settimanale, mensile. Per questa analisi ho deciso di utilizzare le rilevazioni settimanali nel periodo compreso dal 1/01/2018 al 31/12/2023.

Figura 6: Serie dei prezzi dei titoli



3.2) Calcolo del VaR

Per calcolare il VaR ho utilizzato l'approccio parametrico, detto anche metodo varianze-covarianze. Ho scelto tale metodo poiché è il più simile al modello RiskMetrics. L'unica differenza sta nel fatto che ha come fattori di

rischio i coefficienti lineari, mentre il modello di J.P Morgan utilizza rendimenti logaritmici degli asset nel portafoglio.

Come ipotesi vado ad assumere che i rendimenti seguano una distribuzione normale condizionata rispetto alle informazioni passate al tempo $t-1$.

Un altro fattore importante è l' Holding-period o durata della previsione, che ho scelto essere di dieci giorni in avanti.

Per quanto riguarda il livello di confidenza, si andrà a calcolare il VaR con un livello di fiducia $1-\alpha$ del 99%, quindi con α pari a 0,01.

3.2.1) Calcolo dei rendimenti

Per calcolare il VaR, prima di tutto bisogna capire qual è l'arco temporale dell'analisi che dipende dal formato dei dati di cui si dispone. Nel nostro caso avendo delle rilevazioni settimanali, vado a fare un'analisi su cinque anni.

Il rendimento ottenuto dai prezzi di un titolo finanziario può essere calcolato in diversi modi. Due dei metodi più comuni sono il metodo lineare e il metodo EWMA (Exponential Weighted Moving Average), entrambi utilizzati per stimare i rendimenti futuri, basati sui dati storici dei prezzi. Ecco una breve spiegazione di essi:

1. **Metodo Lineare:** il metodo lineare calcola il rendimento medio di un titolo finanziario utilizzando una media aritmetica dei rendimenti passati.

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$$

Dove:

- R_t : rendimento al tempo t
- P_t : prezzo al tempo t
- P_{t-1} : prezzo al tempo t-1

2. Metodo EWMA (Exponential Weighted Moving Average):

- Il metodo EWMA assegna un peso decrescente ai rendimenti storici, dando più importanza ai dati più recenti rispetto a quelli passati.

$$R_t = \left(\frac{P_{t-i}}{P_{t-i-1}} - 1 \right) * \lambda^i$$

Formula 15: Rendimento secondo il metodo EWMA

Dove:

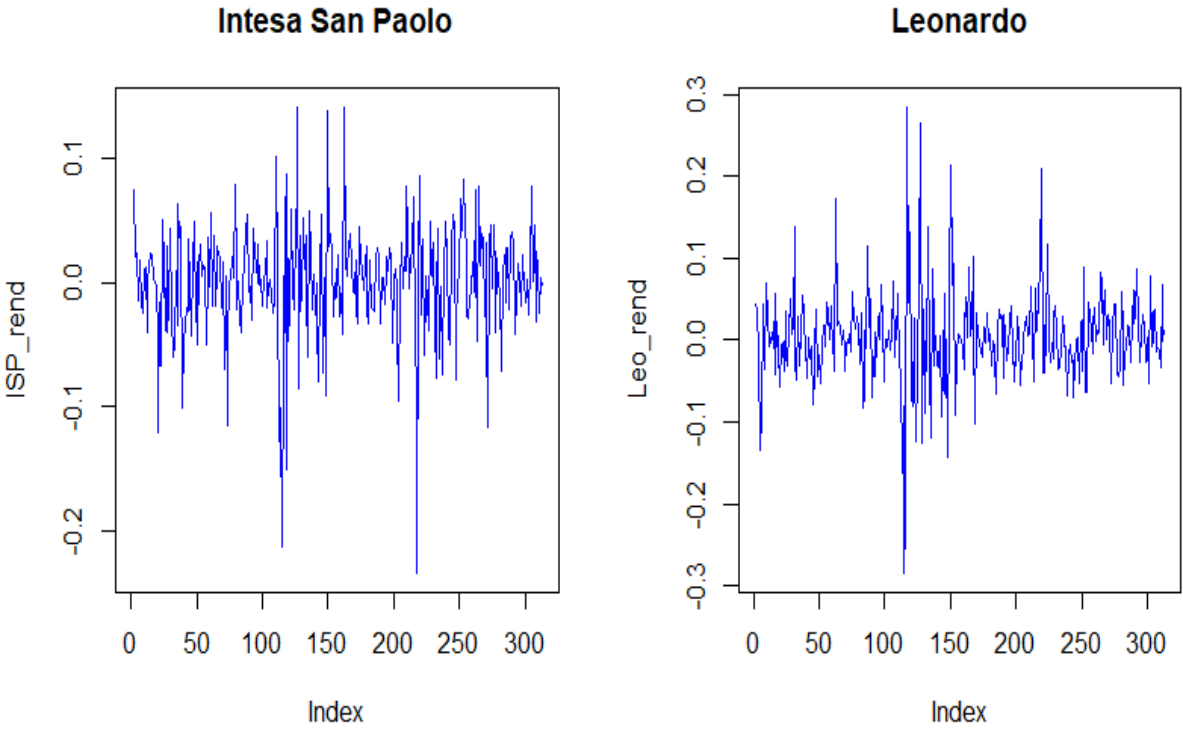
- λ : parametro di decadimento
- $i = 0, \dots, n$, è la posizione del rendimento rispetto al giorno cui si calcola il VaR

Si assume $\lambda=0,94$ come suggerito da J.P Morgan. Questo parametro più è elevato e più rapidamente riesce ad adattarsi alle variazioni dei cambiamenti di mercato, dando così maggior peso ai dati recenti rispetto a quelli passati.

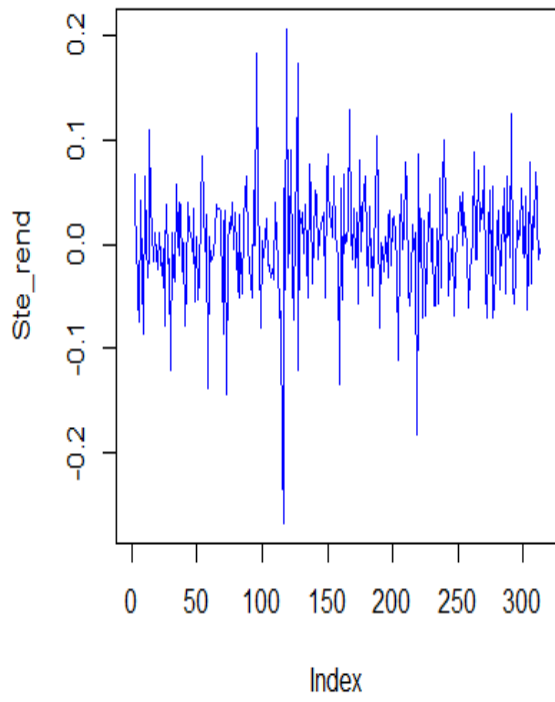
Questi due metodi sono tra i più comuni per calcolare i rendimenti basati sui prezzi storici di un titolo finanziario. Tuttavia, ci sono anche altri modelli

più complessi, che tengono conto di fattori aggiuntivi, come la volatilità o le correlazioni tra i rendimenti. Alcuni di questi includono metodi basati su modelli di volatilità stocastica, come il modello ARCH (AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity) o il modello GARCH (Generalized AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity).

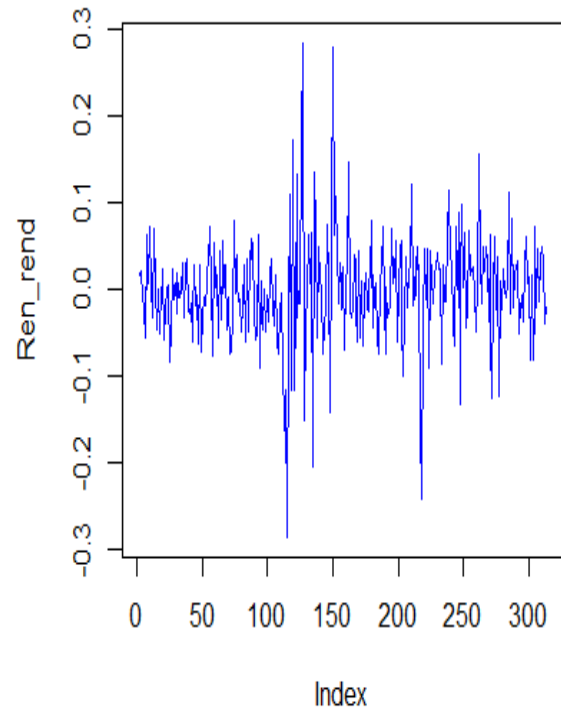
Figura 7: Serie dei rendimenti lineari



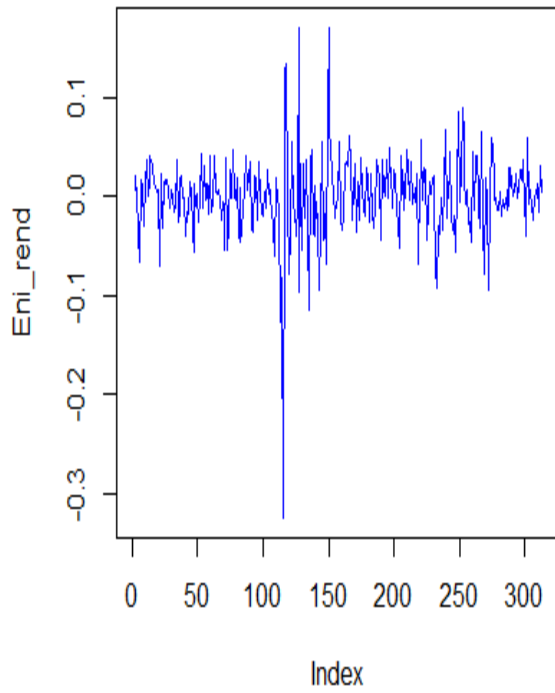
Stellantis



Renault



Eni



Eurostoxx50

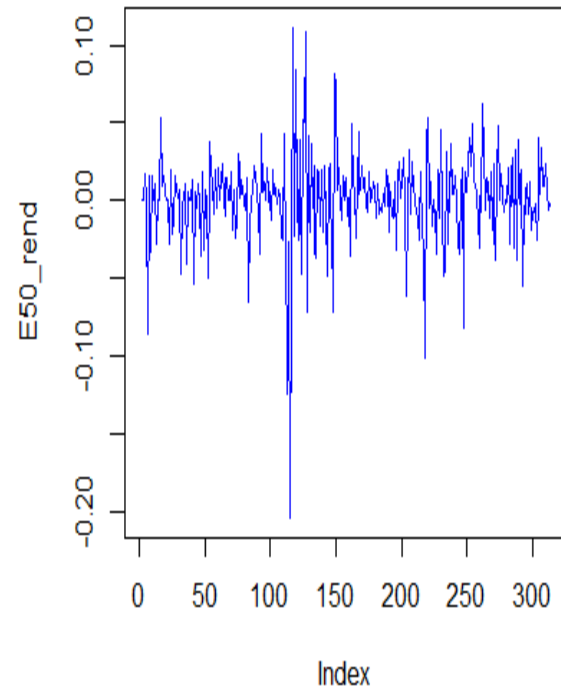


Tabella 2: Statistiche descrittive dei rendimenti lineari

	ISP	Leonardo	Stellantis	Renault	Eni	Eurostoxx 50
Mean	0,0008	0,0028	0,0021	-0,0007	0,0011	0,0012
Median	0,0043	0,0017	0,0043	0,0001	0,0013	0,0027
Min	-0,2346	-0,2844	-0,2669	-0,2863	-0,3247	-0,2038
3Max	0,1419	0,2845	0,2062	0,2833	0,1708	0,0157
1st.Qu	-0,0224	-0,0268	-0,0237	-0,0324	-0,0182	-0,0089
3rd.Qu	0,0261	0,0286	0,0317	0,0318	0,0219	0,0157

Tabella 3: Statistiche descrittive dei rendimenti calcolati tramite il modello EWMA

	ISP	Leonardo	Stellantis	Renault	Eni	Eurostoxx 50
Mean	2.812e-05	-1.836e-04	-4.576e-05	-7.660e-05	9.698e-05	-1.000e-04
Min	-3.291e-02	-9.918e-02	-5.051e-02	-3.939e-02	-4.568e-02	-5.942e-02
3Max	6.589e-02	3.823e-02	5.966e-02	4.099e-02	1.892e-02	1.978e-02
1st.Qu	-3.100e-07	-1.800e-06	-5.700e-07	-5.970e-06	-8.900e-07	-2.000e-08
3rd.Qu	2.530e-06	5.800e-07	2.140e-06	7.800e-07	1.410e-06	1.450e-06

Le tabelle mettono in evidenza come le principali statistiche descrittive dei rendimenti calcolati nei due metodi siano diverse. Tutti i valori dei rendimenti, calcolati tramite il modello EWMA, sono decisamente minori rispetto, a quelli calcolati con il metodo originale, questo per via del parametro di lisciamiento esponenziale (λ) all'interno del modello EWMA.

Tabella 4: Differenza tra rendimenti lineari e quelli calcolati tramite modello EWMA per il titolo Leonardo

i: posizione rispetto alla settimana del 20/02/2023	Rendimenti lineari	Rendimenti EWMA	Date
1	+0,14%	+0,13%	13/02/2023
8	+29,90%	+18,22%	26/12/2022
24	+36,66%	+8,30%	05/09/2022
40	+6,18%	+0,52%	16/05/2022

i: posizione rispetto alla settimana del 28/03/2022	Rendimenti lineari	Rendimenti EWMA	Date
4	+20,21%	+24,00%	21/02/2022
8	+39,14%	+24,77%	24/01/2022
24	+35,84%	+6,40%	04/10/2021
40	+30,92%	+2,53%	14/06/2021

Da queste tabelle si può vedere come i rendimenti dell'azienda Leonardo siano cresciuti dopo lo scoppio del conflitto russo-ucraino.

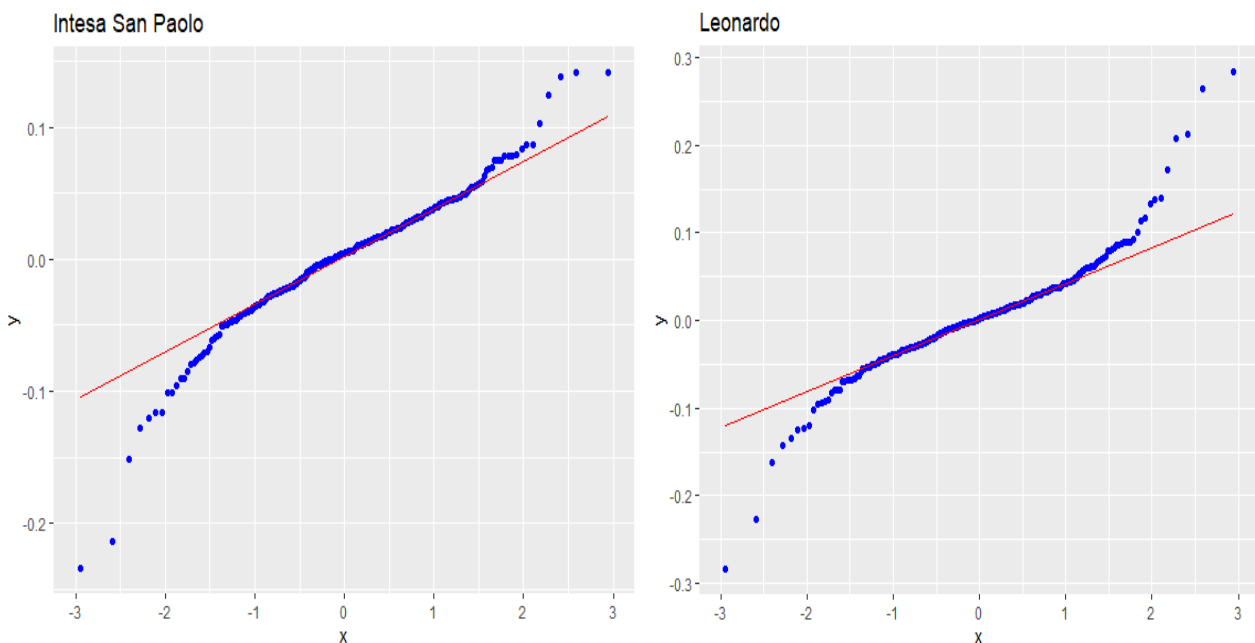
Ad esempio, ho scelto la settimana del 28/03/2022 come settimana di riferimento, ossia ad un mese circa dall'inizio della guerra e si evidenzia un aumento del 39% rispetto al gennaio dello stesso anno. Mentre i rendimenti calcolati tramite il modello EWMA sono minori, poiché si utilizza il parametro di decadimento λ , che assegna un peso maggiore agli eventi più recenti rispetto a quelli storici.

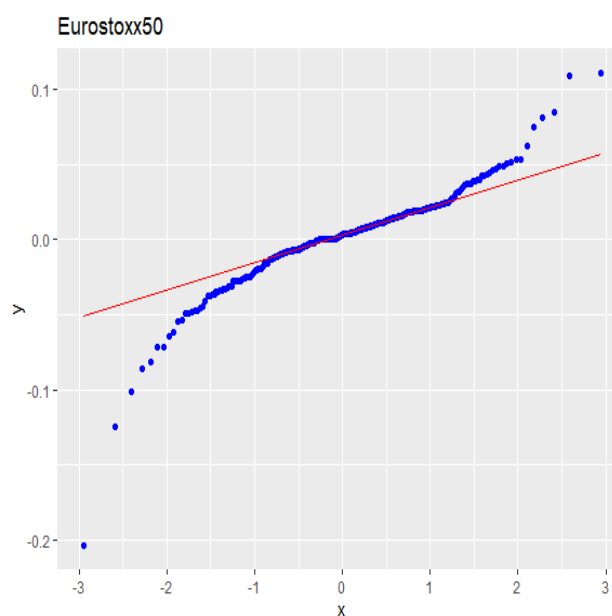
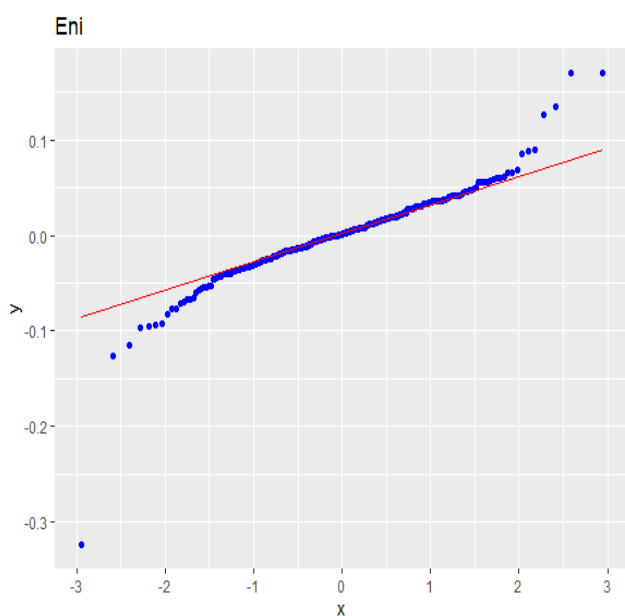
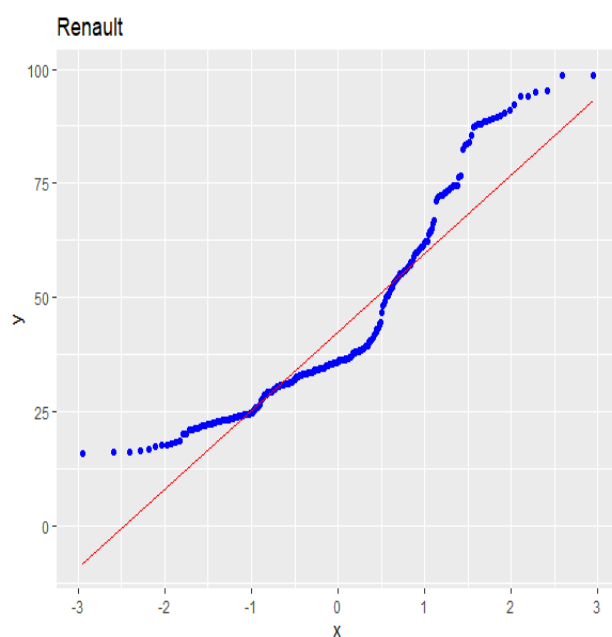
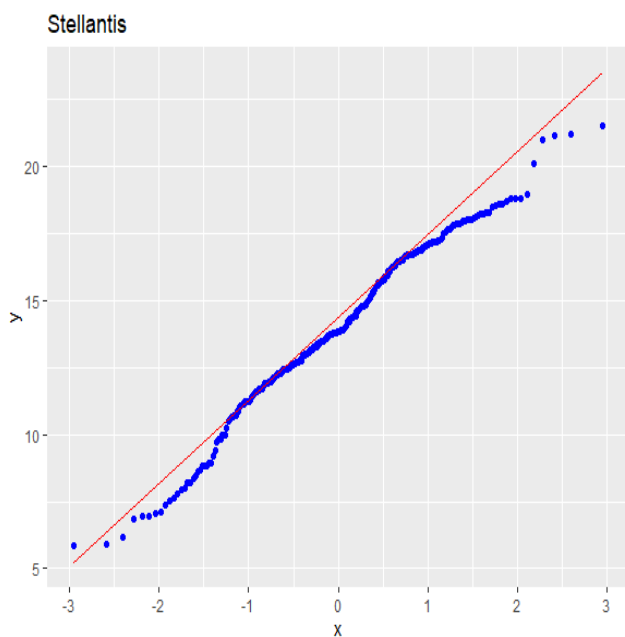
Tabella 5: Differenza tra rendimenti lineari e quelli calcolati tramite modello EWMA per il titolo Stellantis:

i: posizione rispetto alla settimana del 25/04/2022	Rendimenti lineari	Rendimenti EWMA	Date
4	-12,22%	-9,55%	28/03/2022
8	-6,07%	-3,70%	28/02/2022
24	-27,23%	-6,20%	08/11/2021
40	-17,58%	-1,47%	19/07/2021

A differenza di Leonardo, i rendimenti di Stellantis hanno subito una diminuzione rispetto al periodo pre-guerra. Questo perché l'azienda ha deciso di sospendere la produzione nel suo stabilimento di Kaluga in Russia, al fine di garantire il pieno rispetto delle sanzioni e la tutela dei propri dipendenti. La diminuzione non è solo dovuta a ciò, ma anche alla carenza di componenti come microchip, semiconduttori e anche all'interruzione del trasporto di essi.

Figura 8: Normal Probability Plot dei rendimenti lineari





In tutti i grafici si può notare che c'è una divergenza dei punti nelle zone delle code. Questo potrebbe indicare una distribuzione con code più pesanti o più leggere, rispetto ad una distribuzione normale. Nel nostro caso, abbiamo code più pesanti rispetto ad una distribuzione normale, ciò significa, che vi è una maggiore probabilità di osservare eventi estremi, rispetto a quanto previsto dalla distribuzione normale.

3.2.2) Calcolo della deviazione standard

Dopo aver ottenuto i rendimenti con entrambi i metodi, vado a stimare la deviazione standard dei rendimenti ottenuti con il metodo lineare. Poiché quest'ultima ci servirà per calcolare il Value at Risk.

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{n}$$

Formula 16: Varianza dei rendimenti

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{n}}$$

Formula 17: Deviazione standard dei rendimenti

Dove:

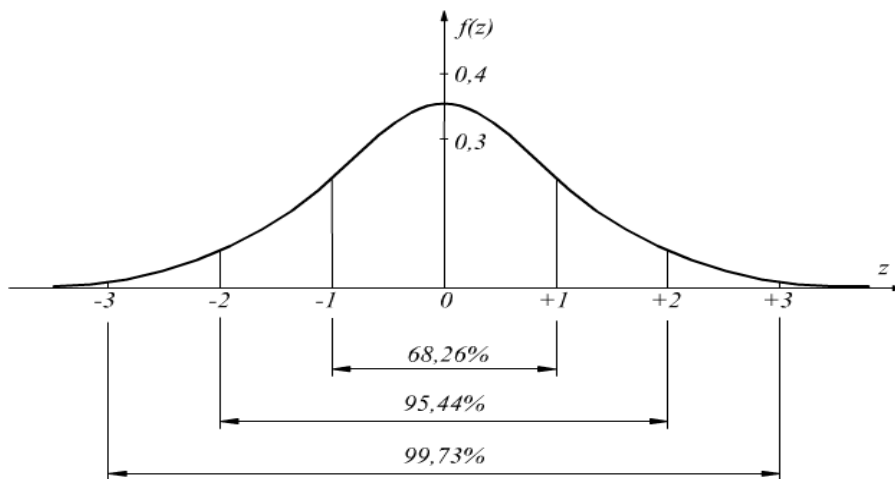
- R_i : rendimento al tempo i
- \bar{R} : prezzo al tempo t
- n : numero di osservazioni

Tra la varianza e la deviazione standard per la stima del VaR, si va a preferire quest'ultima, poiché ha la stessa unità di misura dei valori osservati. Una deviazione standard elevata implica molta incertezza e un'alta variabilità dei rendimenti, in altre parole, un alto rischio.

3.2.3) Stima del VaR

Dopo aver stimato i rendimenti e la deviazione standard, si può procedere al calcolo del VaR per ogni titolo. Ho scelto un Holding-period pari a dieci giorni, ossia a due settimane lavorative e un livello di confidenza della Normale standard di 0,99 che equivale a 2,32634.

Figura 9: Distribuzione normale standard



Formule Value at Risk:

$$\%VaR_t = -\sigma * z_\alpha * \sqrt{T}$$

Formula 18: Perdita massima potenziale espressa in percentuale

$$VaR_t = -P_t * \sigma * z_\alpha * \sqrt{T}$$

Formula 19: Perdita massima potenziale espressa nell'unità di misura del prezzo

Dove:

- P_t : prezzo settimanale al tempo t
- σ : deviazione standard dei rendimenti del titolo
- T : tempo di previsione o Holding-period
- z_α : quantile della distribuzione normale standard di livello α

La prima formula esprime il VaR come massima perdita potenziale in percentuale, mentre la seconda, con l'aggiunta del prezzo giornaliero al tempo t , esprime la massima perdita potenziale nell'unità di misura del prezzo.

Alcuni esempi di VaR per ogni titolo:

Tabella 6: Esempio stima del VaR per il titolo Intesa San Paolo

Intesa San Paolo						
Data	07/03/2022	09/05/2022	19/09/2022	05/12/2022	27/02/2023	30/10/2023
Prezzo	1,919400	1,972400	1,764000	2,067000	2,574500	2,563500
Dev.Std	0,0793	0,0190	0,0256	0,0149	0,0569	0,0319
Q 0.99	2,32634	2,32634	2,32634	2,32634	2,32634	2,32634
VaR %	-26,10%	-6,25%	-8,35%	-4,91%	-18,70%	-10,51%
VaR €	-0,53 €	-0,12 €	-0,14 €	-0,10 €	-0,46 €	-0,26 €

Tabella 7: Esempio stima del VaR per il titolo Stellantis

Stellantis						
Data	30/12/2019	24/02/2020	13/04/2020	04/01/2021	27/12/2021	04/04/2022
Prezzo	12,411584	10,669141	6,948893	13,774410	16,686001	13,766000
Dev.Std	0,0085	0,0981	0,0613	0,1320	0,0175	0,0641
Q 0.99	2,32634	2,32634	2,32634	2,32634	2,32634	2,32634
VaR %	-2,80%	-32,25%	-20,18%	-43,15%	-5,70%	-21,10%
VaR €	-0,34 €	-3,24 €	-1,40 €	-5,19 €	-0,96 €	-2,90 €

Tabella 8: Esempio stima del VaR per il titolo Renault

Renault						
Data	08/10/2018	30/12/2019	01/06/2020	28/12/2020	31/05/2021	30/05/2022
Prezzo	71,120003	41,220001	25,930001	35,759998	34,180000	25,770000
Dev.Std	0,0192	0,0542	0,0792	0,0669	0,0873	0,0772
Q 0.99	2,32634	2,32634	2,32634	2,32634	2,32634	2,32634
VaR %	-6,31%	-17,80%	-26,57%	-22,03%	-28,70%	-25,41%
VaR €	-4,21 €	-7,46 €	-5,63 €	-8,05 €	-10,58 €	-5,50 €

Tabella 9: Esempio stima del VaR per il titolo Leonardo

Leonardo						
Data	06/01/2020	02/03/2020	30/11/2020	07/03/2022	06/03/2023	04/09/2023
Prezzo	11,345000	8,500000	6,540000	9,132000	11,025000	13,740000
Dev.Std	0,0407	0,0407	0,0538	0,0853	0,0581	0,0313
Q 0.99	2,32634	2,32634	2,32634	2,32634	2,32634	2,32634
VaR %	-5,96%	-13,39%	-17,70%	-28,50%	-17,63%	-10,30%
VaR €	-0,66 €	-0,81 €	-1,05 €	-2,45 €	-1,84 €	-1,44 €

Tabella 10: Esempio stima del VaR per il titolo Eurostoxx50

Eurostoxx50						
Data	01/10/2018	08/07/2019	17/02/2020	01/03/2021	21/03/2022	12/06/2023
Prezzo	34,994999	37,220001	39,395000	38,259998	40,514999	47,139999
Dev.Std	0,0419	0,0144	0,0695	0,0286	0,0200	0,0445
Q 0.99	2,32634	2,32634	2,32634	2,32634	2,32634	2,32634
VaR %	-19,56%	-6,77%	-32,62%	-13,39%	-9,41%	-20,58%
VaR €	-4,51 €	-1,75 €	-7,90 €	-3,77 €	-2,71 €	-6,68 €

Tabella 11: Esempio stima del VaR per il titolo Eni

Eni						
Data	04/11/2019	16/03/2020	22/03/2021	28/02/2022	21/11/2022	30/10/2023
Prezzo	14,190000	7,293000	10,232000	12,854000	14,298000	15,366000
Dev.Std	0,0126	0,0060	0,0481	0,0267	0,0014	0,0175
Q 0.99	2,32634	2,32634	2,32634	2,32634	2,32634	2,32634
VaR %	-7,7%	-1,89%	-15,82%	-8,79%	-0,47%	-5,77%
VaR €	-0,59 €	-1,67 €	-1,67 €	-1,14 €	-0,06 €	-0,86 €

Figura 10: Codice R per calcolare il VaR

```
#apertura file
ISP_price<-read.csv("ISP.MI.csv",header = TRUE)
ISP_prices<-ISP_price$Close

rendimenti <- c(NA, diff(ISP_prices) / head(ISP_prices, -1))
# Stampa dei risultati
print("Rendimenti calcolati:")
print(rendimenti)

# Definizione di parametri per VaR
z_p <- 2.32634 # Valore critico per livello di confidenza del 99%
t <- 2 # Orizzonte temporale (2 settimane)

# Calcola il VaR per ogni osservazione rispetto a 10 giorni in avanti (2 settimane)
calcola_VaR <- function(ISP_prices,deviazione_standard_settimanale, z_p, t) {
  return(-ISP_prices * deviazione_standard_settimanale * z_p * sqrt(t))
}

VaR <- numeric(length(rendimenti))
for (i in 1:(length(rendimenti) - t)) {
  prezzo_chiusura <- ISP_prices[i]
  deviazione_standard_settimanale <- sqrt(var(rendimenti[i:(i + t - 1)], na.rm = TRUE))
  print(paste("Deviazione standard per la finestra mobile:", i, "-", (i + t - 1),
            ":", deviazione_standard_settimanale))
  VaR[i] <- calcola_VaR(prezzo_chiusura, deviazione_standard_settimanale, z_p, t)
}

# Visualizza il risultato
print("Value at Risk (VaR) in unità di misura del prezzo:")
print(VaR)
```

3.3) Verifica dei risultati

La fase di verifica dei risultati è determinante per valutare l'efficacia e l'affidabilità di un modello finanziario nel prevedere le perdite di un titolo. Questa fase, chiamata: "Backtesting", implica l'applicazione del modello a dati storici e il confronto dei risultati previsti con quelli effettivamente osservati nello stesso periodo. Nel contesto analizzato, il Backtesting è stato eseguito confrontando i risultati del VaR previsto con i prezzi effettivi, registrati due settimane dopo. L'obiettivo principale è stato valutare se le perdite, osservate durante i primi mesi del conflitto russo-ucraino, corrispondessero a quelle attese, al fine di determinare l'accuratezza delle previsioni.

Pertanto, se il prezzo effettivo fosse risultato inferiore al prezzo previsto al netto della perdita attesa, avrei considerato il modello non accurato. Al contrario, se il prezzo effettivo fosse risultato superiore, avrei concluso che il modello era adeguato alla previsione.

Nelle tabelle riportate, vengono mostrati alcuni esempi in cui le previsioni non hanno correttamente stimato le perdite, poiché l'avvento di un rischio sistemico come una guerra non si può prevedere.

Tabella 12: Esempi di Backtesting dei titoli analizzati

Intesa San Paolo					
Data	Prezzo	VaR (€)	Prezzo previsto	Data previsione	Prezzo effettivo
14/02/2022	2,722000	-0,81	1,912000	28/02/2022	1,896200
07/03/2022	1,919400	-0,38	1,539400	21/03/2022	2,033000
14/03/2022	2,086000	-0,28	1,806000	28/03/2022	2,105000
16/05/2022	1,983000	-0,20	1,783000	30/05/2022	1,973000
08/08/2022	1,853800	-0,03	1,82380	22/08/2022	1,697000
14/11/2022	2,216500	-0,02	2,196650	28/11/2022	2,098500

Renault					
Data	Prezzo	VaR (€)	Prezzo previsto	Data previsione	Prezzo effettivo
14/02/2022	36,325001	-5,94	30,385001	28/02/2022	23,125000
07/03/2022	22,305000	-3,05	19,255000	21/03/2022	22,995000
18/04/2022	23,209999	-1,02	22,189999	02/05/2022	23,170000
05/12/2022	34,404999	-0,76	33,644999	19/12/2022	31,396000

Stellantis					
Data	Prezzo	VaR (€)	Prezzo previsto	Data previsione	Prezzo effettivo
21/02/2022	16,884001	-3,36	13,524000	07/03/2022	13,496000
14/03/2022	14,664000	-1,25	13,414000	28/03/2022	14,790000
09/05/2022	13,770000	-0,98	12,790000	23/05/2022	13,748000

Leonardo					
Data	Prezzo	VaR (€)	Prezzo previsto	Data previsione	Prezzo effettivo
21/02/2022	6,950000	-1,01	5,940000	07/03/2022	9,132000
28/03/2022	9,086000	-1,03	8,056000	11/04/2022	10,130000
25/04/2022	9,824000	-0,43	9,394000	09/05/2022	9,580000
04/07/2022	9,950000	-0,04	9,910000	18/07/2022	9,820000
24/10/2022	8,082000	-0,01	8,072000	7/11/2022	7,098000
10/04/2023	11,775000	-0,11	11,661575	24/04/2023	10,910000

Eurostoxx50					
Data	Prezzo	VaR (€)	Prezzo previsto	Data previsione	Prezzo effettivo
28/02/2022	37,279999	-1,37	35,909999	14/03/2022	40,724998
21/03/2022	40,514999	-1,51	39,004999	04/04/2022	40,380001
30/05/2022	40,455002	-0,39	40,065002	13/06/2022	37,995001
15/08/2022	39,494999	-0,64	38,854999	29/08/2022	37,210001

Eni					
Data	Prezzo	VaR (€)	Prezzo previsto	Data previsione	Prezzo effettivo
21/02/2022	13,780000	-1,70	12,080000	07/03/2022	13,046000
14/03/2022	12,728000	-1,52	11,208000	28/03/2022	13,414000
11/12/2022	14,298000	-0,07	14,228000	05/12/2022	13,989000
10/04/2023	13,802000	-0,04	13,762000	24/04/2023	13,746000

Si può notare, dalle righe evidenziate, che il VaR non ha correttamente stimato le perdite in alcuni momenti del primo anno di guerra.

In particolare, per quanto riguarda Renault e Intesa San Paolo c'è un errore di stima proprio nella prima settimana di guerra. Per Intesa San Paolo la stima differisce dal prezzo effettivo per un centesimo circa, mentre per Renault, si ha una differenza piuttosto elevata. Dal prezzo previsto al prezzo effettivo c'è uno scostamento di 7 euro circa; quindi, il titolo, durante la prima settimana di guerra, ha subito un forte tracollo finanziario che in parte può essere dovuto all'interruzione dell'approvvigionamento a causa delle sanzioni inflitte alla Russia. Nelle righe non evidenziate si dimostra invece la corretta stima del VaR durante il conflitto.

Da sottolineare invece, come le quotazioni di Leonardo siano cresciute in particolare durante le prime settimane di guerra.

Un altro titolo che non ha avuto particolari oscillazioni è Eurostoxx50.

Eni, come i precedenti titoli, con l'avvento della guerra ha subito un aumento delle proprie quotazioni, grazie ai nuovi obiettivi di sostenibilità ambientale e ai nuovi accordi per rimpiazzare il gas russo.

È fondamentale tenere presente che anche quando si eseguono stime con estrema precisione, è inevitabile che rimanga un certo margine di errore residuo. In questa situazione, il concetto di "errore" riveste un'importanza cruciale, poiché permette di valutare l'efficacia e la coerenza del modello, distinguendo tra una valutazione accurata e una non accurata.

Nel caso in esame, la fase di Backtesting è stata eseguita su l'arco temporale compreso tra il febbraio 2022 e il maggio 2023, al fine di individuare quante volte, in tale periodo, il VaR abbia fornito stime errate.

Possiamo concludere che nel periodo preso in esame di 66 settimane, l'indicatore ha fornito stime errate al massimo due o tre volte. Questo significa che il Value at Risk ha avuto una percentuale di errore dal 3% al 4,5% circa, contro l'1% che è il margine di errore teorico stabilito dal livello di fiducia al 99%. Tuttavia, se avessi scelto un livello di fiducia del 95%, avrei avuto un ottimo modello, poiché l'errore previsto sarebbe stato minore del 5%.

Conclusione

Nel contesto di crescente tensione geopolitica preso in esame, è emersa la necessità di valutare accuratamente la capacità predittiva del Value at Risk (VaR). Questa è stata condotta focalizzandosi sull'efficacia del modello sviluppato da J.P. Morgan, noto come RiskMetrics.

Nell'implementazione del VaR, è stato adottato il modello lineare per stimare la volatilità dei rendimenti finanziari. Questo significa che la volatilità dei rendimenti è stata calcolata considerando pesi uguali per tutti i dati storici. Ciò vuol dire che ogni osservazione della serie storica ha lo stesso impatto e quindi lo stesso peso nel calcolo della volatilità. Ad esempio, se si prende in considerazione un periodo pari ad un anno, il modello lineare assegnerà lo stesso peso ad ogni giorno di quell'anno nel calcolo della volatilità complessiva dei rendimenti del titolo. Invece se si considera il modello EWMA per stimare la volatilità, avremo dovuto attribuire un sistema decrescente di pesi sui dati storici, dando così maggior rilievo ai dati recenti rispetto a quelli più vecchi. In pratica, ciò si traduce in una maggiore sensibilità alle variazioni recenti di prezzo rispetto a quelle più datate. Il modello, caratterizzato da un sistema decrescente di pesi sui dati storici, consente di rispondere in modo rapido ai cambiamenti del mercato, con un'attenzione maggiore ai dati più recenti.

Attraverso l'implementazione del modello lineare ai titoli in esame, abbiamo potuto osservare che il termine d'errore prodotto dalla fase di Backtesting è compreso tra il 3% e il 4,5% che si discosta di pochi punti percentuali dall'1% teorico, nonostante l'aver scelto il primo anno di guerra, come periodo di riferimento.

Tuttavia, è importante sottolineare che la scelta del modello più adatto dipende dalle caratteristiche specifiche del titolo azionario e dall'ambiente di mercato. Infatti, l'analisi di un titolo fondata solo sul VaR, non offre una garanzia assoluta, poiché questo è semplicemente un valore numerico che esprime la massima perdita potenziale.

In conclusione, sebbene il VaR possa essere una misura utile per determinare il rischio finanziario, è comunque essenziale integrarlo con altre strategie di gestione del rischio e valutazione delle performance degli investimenti, considerando attentamente il contesto economico-politico e le caratteristiche del mercato.

Sitografia:

https://www.bankpedia.org/index_voce.php?lingua=it&i_id=133&i_alias=v&c_id=23638-value-at-risk-var-

[enciclopedia#:~:text=L'orizzonte%20temporale%20scelto%20per,maggiore%20tempo%20necessario%20allo%20smobilizzo](https://www.bankpedia.org/enciclopedia#:~:text=L'orizzonte%20temporale%20scelto%20per,maggiore%20tempo%20necessario%20allo%20smobilizzo)

<https://www.moneyfarm.com/it/glossario-finanza/var-value-at-risk/>

<https://www.matteoiacoviello.com/gpr.htm>

https://www.matteoiacoviello.com/gpr_files/GPR_PAPER.pdf

<http://www.consulenzafinanziaria.net/strumenti/manuale/value%20at%20risk.pdf>

<https://fastercapital.com/it/contenuto/Migliorare-la-fiducia-con-il-backtesting-VaR.html>

Bibliografia:

J.P. Morgan, Reuters (1996), RiskMetrics™ Technical documents, IV ed.

Metodi quantitativi per il calcolo del VaR. LIUC – Università Cattaneo.

L'analisi della volatilità e della correlazione - Università di Verona.

Measuring Geopolitical Risk, AMERICAN ECONOMIC REVIEW, VOL. 112, NO. 4, APRIL 2022. Dario Caldara, Matteo Iacoviello.

Introduzione al VaR per i rischi di mercato - Sapienza Università di Roma.

Implementing Value at risk - Philip W. Best. Mercati finanziari: Misurazione e gestione dei rischi – F. Menoncin – Giappichelli.

Manca P. (2005), Misure di Rischio Finanziario, Università di Pisa.

Zanetti R. (2011), Misurazione del rischio finanziario, Università di Bologna.