

**Dipartimento di Impresa e Management
Cattedra di Matematica Finanziaria (corso progredito)**

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE
IN ECONOMIA E DIREZIONE DELLE IMPRESE**

*La gestione e la misurazione del rischio nell'attività bancaria
Modelli e metodi di calcolo del Value at Risk*

**RELATORE:
CH.MO PROF. GENNARO OLIVIERI**

**CORRELATORE:
CH.MA PROF.SSA PAOLA FERSINI**

CANDIDATA: ILARIA MINCARELLI

Matr. 690181

ANNO ACCADEMICO 2017 – 2018

Alla mia famiglia

INDICE

INTRODUZIONE	7
CAPITOLO 1: Il risk management nell'attività bancaria	9
1.1 Le tipologie di rischio nelle imprese finanziarie	9
1.1.1 Il rischio di mercato.....	9
1.1.2 Il rischio di credito	10
1.1.3 Il rischio operativo	11
1.1.4 Il rischio di liquidità	12
1.1.5 <i>Internal Capital Adequacy Assessment Process (ICAAP)</i>	12
1.1.6 <i>Internal Liquidity Adequacy Assessment Process (ILAAP)</i>	13
1.1.7 <i>Supervisory Review and Evaluation Process (SREP)</i>	13
1.1.8 Lo SREP e le nuove linee guida della BCE per il 2019	14
1.1.9 <i>Gli Stress test 2018</i>	16
1.1.10 <i>L'Asset-Liability Management (ALM)</i>	20
1.2 Basilea e i requisiti patrimoniali minimi	21
1.2.1 Cenni storici	21
1.2.2 Basilea 1	22
1.2.3 Basilea 2	22
1.2.3.1 I requisiti patrimoniali minimi	23
1.2.3.2 Il processo di vigilanza prudenziale	25
1.2.3.3 I requisiti di trasparenza informativa	25
1.2.4 Basilea 3 e le norme in vigore dal 1° Gennaio 2019	26
1.2.4.1 <i>Il leverage ratio</i>	26
1.2.4.2 I buffer anticiclici	27
1.2.4.3 Il rischio di liquidità	27
1.2.4.4 Basilea 4 ovvero la finalizzazione delle riforme	28
1.3 ERM - <i>L'Enterprise risk management</i>	29
1.3.1 <i>Risk management</i>	29
1.3.2 Definizione di <i>Enterprise Risk management</i>	30

CAPITOLO 2: Il <i>Value at Risk</i> (VaR) e la misurazione dei rischi finanziari	33
2.1 La <i>Duration di Macaulay</i>	33
2.1.1 Calcolo della <i>Duration</i> su foglio Ms Excel	35
2.1.2 La <i>Duration Modificata</i>	36
2.2 <i>Value at Risk</i> (VaR) – Cenni storici	37
2.2.1 La definizione di <i>Value at Risk</i> (VaR)	39
2.3 Metodo Parametrico	41
2.3.1 Livello di confidenza	44
2.3.2 Livello di confidenza su Ms Excel	47
2.3.3 Orizzonte temporale e stima della volatilità	48
2.4 Confronto tra la stima del VaR di obbligazioni e titoli azionari su Ms Excel	51
2.4.1 VaR di una posizione soggetta a due fattori di rischio	52
2.4.2 Stima del VaR di titoli obbligazionari	53
2.4.3 VaR di titoli obbligazionari con cedola su Ms Excel	54
2.4.4 VaR di titoli ZCB Ms Excel	55
2.4.5 VaR di titoli azionari su Ms Excel	56
2.4.6 VaR di posizioni non lineari	57
2.4.7 Stima del VaR di un portafoglio	58
2.5 La mappatura dei flussi	60
2.6 Curtosi e <i>fat tails</i> nel VaR	62

CAPITOLO 3: I metodi di simulazione del VaR	64
3.1 Metodo della simulazione storica	65
3.1.1 Metodo della simulazione storica su Ms Excel	67
3.1.2 Simulazione storica con posizione lunga e corta su Ms Excel ...	70
3.1.3 Simulazione storica di un portafoglio su Ms Excel	73
3.1.4 Gli aspetti negativi della simulazione storica	75
3.1.5 Confronto tra simulazione storica e metodo parametrico	76
3.2 L'approccio Ibrido	77
3.2.1 L'approccio Ibrido su Ms Excel	78
3.3 Il Metodo della simulazione Monte Carlo	80
3.3.1 Il Metodo della simulazione Monte Carlo su Ms Excel	83
3.3.2 Il Metodo Black & Scholes per il pricing delle opzioni	86
3.3.3 La simulazione Monte Carlo sulle opzioni	88
3.3.4 La simulazione Monte Carlo di una opzione call su Ms Excel ..	89
3.4 L' <i>Expected Shortfall</i> (ES)	92
3.4.1 ES su Ms Excel	94
3.5 Gli stress test	95
3.6 Le procedure di <i>Backtesting</i>	96
3.6.1 Il <i>Backtesting dell'unconditional coverage</i> su Ms Excel	97
3.7 Il <i>backtesting</i> dei modelli VaR secondo Basilea	100

CONCLUSIONI	102
APPENDICE	103
Tutte le formule e le macro Vba degli esempi Ms Excel	103
BIBLIOGRAFIA	120
SITOGRAFIA	121
RIASSUNTO	125

INTRODUZIONE

L'attività di ogni impresa è sempre soggetta ad un certo margine di rischio.

Gli eventi inattesi minano il raggiungimento degli obiettivi aziendali prefissati e causano incertezza sul valore futuro dell'azienda.

Gli stravolgimenti economico-finanziari che hanno caratterizzato gli ultimi anni ci confermano che un'imprudente modalità di gestione del rischio può comportare non soltanto ingenti perdite al capitale di una banca, ma anche un indebolimento irreversibile della sua struttura finanziaria che può sfociare nel fallimento della stessa.

Negli ultimi dieci anni di istituti in difficoltà ne abbiamo visti tanti; Dal crack del colosso statunitense Lehman Brothers nel 2008 ai decreti salva banche per ben 8 istituti italiani, da Banca Etruria, Banca Marche passando per Mps e concludendo con Carige sul finire del 2018.

Istituti bancari venduti al prezzo simbolico di 1 euro!

Tutto questo evidenzia la necessità di gestire e controllare l'eventualità che eventi, inattesi o improbabili, provochino un impatto negativo sul capitale della banca.

Nel primo capitolo di questo elaborato mi sono soffermata sul significato di ciascuna tipologia di rischio a cui è soggetta un'attività finanziaria; ho descritto l'evoluzione della normativa in ambito bancario partendo dagli Accordi di Basilea per arrivare all'incremento del processo di vigilanza prudenziale, di trasparenza informativa ed ai tanto affascinanti e misteriosi Stress test del 2018. Le innovative strategie dell'ERM ci spiegano che, nella gestione moderna del rischio, l'incertezza degli eventi futuri può rappresentare anche una opportunità di crescita e di guadagno.

Tuttavia, non basta identificare i possibili rischi, occorre anche stimarne la pericolosità. Ecco che allora, nel secondo capitolo, affronto il tema centrale di questo elaborato, il Value at Risk;

E per farlo ho adottato il migliore strumento che avevo a disposizione, il Microsoft Excel.

Grazie ad esso ho trasformato i principali metodi di stima del VaR, in formule applicate alle singole celle e alle macro Vba dei fogli di calcolo. Ho lavorato con dati attualissimi e quotazioni recenti di titoli italiani puntando molto sulla praticità di esempi basati su dati reali.

Il risultato ha visto i differenti metodi di stima del VaR applicati alle quotazioni 2019 di titoli azionari e titoli obbligazionari, sia a livello di singola posizione che a livello di portafoglio.

Nel terzo capitolo il calcolo del VaR si fa innovativo e tecnologico grazie ai metodi delle simulazioni. Ho elaborato le simulazioni storiche con i dati del 2018 e impostato grafici Excel che illustrano la curva di rendimento e le *fat tails*.

A livello di singolo titolo azionario con posizione lunga e corta, o a livello di portafoglio con tre titoli, ed il confronto con il metodo parametrico.

Per “svecchiare” i dati storici ho elaborato alcuni fogli di calcolo con l'approccio ibrido.

Quindi concludo il tema Value at Risk con l'intrigante metodo stocastico della simulazione Monte Carlo. Un foglio di calcolo con macro Vba in grado di generare 1.000 scenari per il numero desiderato di simulazioni, per riprodurre, ad esempio, in pochi secondi 100 simulazioni di 1.000 scenari per un totale di 100.000 ipotesi casuali.

Ma se si sfora il VaR quanto ci si può far male? La risposta ce la fornisce l'*Espected Shortfall*.

Mentre sul finire, fogli di calcolo e grafici, ci illustrano i *backtesting* per la verifica di quanto i modelli utilizzati siano affidabili.

Punto nevralgico che mi spiacerrebbe venisse preso sottotono è l'appendice finale.

In essa tutte le formule e le macro Vba utilizzate per realizzare questo elaborato vengono mostrate riga per riga, cella per cella.

CAPITOLO 1

Il risk management nell'attività bancaria

1.1 Le tipologie di rischio nelle imprese finanziarie

La gestione del rischio è una componente fondamentale dell'attività di intermediazione finanziaria e bancaria. Le principali tipologie di rischio possono riassumersi in rischio di credito, rischio di mercato, rischio operativo e rischio di liquidità.

1.1.1 Il rischio di mercato

Il rischio di mercato¹ è rappresentato principalmente dalle variazioni dei prezzi azionari, dei tassi di cambio, dei tassi di interesse che producono come conseguenza una variazione del valore del portafoglio delle attività finanziarie.

In alcuni casi queste ultime hanno fini di pura negoziazione (trading book) in altre sono legate ad attività più strettamente bancarie come l'attività di credito nei confronti della clientela (banking book).

Il rischio di cambio è legato alle operazioni in valuta estera che generano incertezza sul tasso di conversione futuro. Il rischio di interesse è legato alle oscillazioni dei tassi d'interesse a cui sono soggette determinate attività finanziarie.

Il rischio azionario è connesso all'andamento dei mercati azionari.

Il rischio merci è legato alle variazioni dei prezzi delle commodities.

¹ A. Resti, A. Sironi, *Rischio e valore nelle banche. Misura, regolamentazione, gestione*, Milano, Egea, 2008

1.1.2 Il rischio di credito

Il rischio di credito² si riferisce alla perdita dovuta alla mancata restituzione, totale o parziale, di un affidamento concesso ad una controparte. Prenderemo in considerazione il rischio di insolvenza, il rischio di migrazione, il rischio di esposizione, il rischio di spread ed il rischio di recupero.

Rischio di insolvenza

Ampliando il discorso ad un portafoglio di controparti affidate è normale che si manifestino più casi di insolvenza e di conseguenza l'entità delle perdite connesse alle insolvenze.

Per ottenere una giusta copertura del rischio di credito, l'istituto deve adottare una adeguata politica degli accantonamenti ai fondi rischi.

Il finanziamento di questo fondo avviene attraverso la valutazione dell'affidamento e la determinazione del tasso attivo (*pricing*) del singolo affidato.

Il rischio di credito, a livello di portafoglio, quindi, non è legato molto alla componente attesa delle perdite ma a quanto le perdite eccedano quelle stimate.

Rischio di migrazione

Il rischio di credito non è collegato esclusivamente alla possibilità dell'insolvenza di una controparte (*default risk*), ma anche al semplice aumento della probabilità di insolvenza che deteriora il suo merito di credito (*migration risk*). Quando questo accade si genera un incremento della perdita attesa che rende gli accantonamenti non più adeguati a causa della crescita del livello della perdita attesa.

Quando questo accade l'istituto risponde con il rientro dall'affidamento concesso e/o con un aumento del tasso attivo praticato. Se questo non può avvenire l'istituto subisce le conseguenze di una sua errata valutazione dell'affidamento e del tasso ad esso applicato.

Quindi il rischio di credito non è legato soltanto all'insolvenza di una controparte ma anche dal rischio delle variazioni inattese del suo merito di credito.

² F. Saita, Il risk management in banca Franco Angeli Edizioni

Rischio di esposizione

Rischio di esposizione legato all'incremento inaspettato dell'esposizione nei confronti della controparte

Rischio di *spread*

Il rischio di spread è legato ai periodi di incertezza e difficoltà quando gli investitori vendono i titoli più rischiosi per acquistarne di più sicuri. Questo processo comporta una riduzione del prezzo di mercato dei titoli meno sicuri anche in assenza di un reale deterioramento del loro merito di credito.

Rischio di recupero

Il rischio di recupero considera il tasso di recupero effettivo, ottenuto dalla liquidazione delle attività di una controparte insolvente, è inferiore a quello stimato nel calcolo della perdita attesa;

1.1.3 Il rischio Operativo

Secondo l'accordo di Basilea 2 il rischio operativo è legato al rischio di perdite dirette o indirette derivanti da disfunzioni e/o inadeguatezza di procedure, personale di sistemi interni o esterni ed il rischio legale.

Risorse umane, che possono causare perdite dovute a errori per distrazione, negligenza, incompetenza oppure violare volontariamente regole e procedure interne al fine di attuare frodi finanziarie;

Risorse tecnologiche, che possono causare interruzioni dei sistemi informativi, interruzioni nella struttura di rete, errori nei programmi informatici e blocco o rallentamento dei sistemi di telecomunicazione;

Processi produttivi, che possono causare perdite dovute a procedure e controlli inadeguati, a limiti nelle metodologie di misurazione dei rischi ecc. ecc.;

Fattori esterni, che possono causare perdite a dovute a cambiamenti legislativi, fiscali, normativi negativi per l'attività di intermediazione. Eventi che esulano dal controllo di una banca come furti, danneggiamenti terrorismo e catastrofi naturali.

Al contrario dei rischi di credito e di mercato non è possibile scegliere se assumere o meno il rischio operativo. Quest'ultimo rappresenta dunque una tipologia di rischio differente che può portare a perdite difficilmente quantificabili o legate ad eventi rari di cui sia difficile calcolare le probabilità che possano verificarsi.

Nonostante queste differenze il rischio operativo deve essere misurato con modalità analoghe a tutte altre tipologie di rischio.

1.1.4 Il rischio di liquidità

Il rischio di liquidità è connesso all'ipotesi che l'istituto non sia in grado di reperire fondi sul mercato per i propri impegni di pagamento (*funding liquidity risk*) o sia costretta a liquidare in tutto, in parte e a prezzi decurtati i propri attivi (*market liquidity risk*).

Il rischio di liquidità è molto spesso legato agli altri rischi dell'attività bancaria. Ad esempio, il deterioramento della qualità degli impieghi bancari (rischio di credito) può determinare problemi di liquidità, mentre malfunzionamenti elettronici (rischio operativo) possono impattare sul sistema dei pagamenti.

1.1.5 Internal Capital Adequacy Assessment Process (ICAAP)

Le criticità che il sistema bancario ha mostrato negli ultimi anni hanno evidenziato l'importanza di un valido processo di allocazione del capitale, basato su una rigorosa misurazione dei rischi. La tenuta dei singoli istituti dipende essenzialmente da adeguati livelli di capitale e di liquidità. L'*Internal Capital Adequacy Assessment Process (ICAAP)*³ è un processo interno che consente all'istituto finanziario di valutare con precisione la propria adeguatezza patrimoniale.

Lo scopo di questo processo è quello di determinare il livello di capitale adeguato a fronteggiare tutti i rischi, anche diversi da quelli presi in considerazione dai requisiti patrimoniali. Una valutazione dell'esposizione, attuale e futura, che tenga conto dell'evoluzione del contesto di riferimento, nonché di eventuali particolari situazioni congiunturali avverse “simulabili” con stress test.

1.1.6 *Internal liquidity adequacy assessment process (ILAAP)*

Si tratta del processo che un istituto di credito deve assicurare per identificare tutti i rischi di liquidità e i finanziamenti pertinenti, misurarli, monitorarli e, se necessario, intervenire per evitare la carenza di liquidità. Questa può essere considerata adeguata se e solo se la banca ha un robusto processo di ILAAP³ ed un solido quadro di stress test.

1.1.7 *Supervisory Review and Evaluation Process (SREP)*⁴

Il *Supervisory Review and Evaluation Process* è un insieme di procedure attraverso le quali l'autorità di vigilanza (AdV) analizza i profili di rischio della banca sia singolarmente che in un'ottica aggregata, sia in condizioni operative normali che di stress, valutando il sistema di governo aziendale, la funzionalità degli organi, la struttura organizzativa e il sistema dei controlli interni e verificando infine che gli intermediari si dotino di presidi di natura patrimoniale ed organizzativa appropriati rispetto ai rischi assunti, assicurando il complessivo equilibrio gestionale.

³ Banca d'Italia: “Disposizioni comuni ai processi di valutazione aziendale dell'adeguatezza patrimoniale (ICAAP) e dell'adeguatezza e gestione del rischio di liquidità (ILAAP)” “Circolare n. 285 del 17 dicembre 2013, aggiornamento n° 25 del 23 ottobre 2018. Link in sitografia

1.1.8 Lo SREP e le aspettative BCE del 2019

A partire dal 1° gennaio 2019 sono entrate in vigore le norme³ pubblicate nella Guida della Banca centrale europea (BCE) sul processo interno di valutazione dell'adeguatezza patrimoniale (ICAAP e ILAAP) che tiene conto di nuove aspettative, in sostituzione di quelle comunicate nel 2016, per l'esame dei processi interni di valutazione dell'adeguatezza patrimoniale e della liquidità delle banche.

Per mezzo di precise linee guida alle quali sono sottoposti gli istituti di credito, la BCE verificherà i processi interni di valutazione dell'adeguatezza patrimoniale (internal capital adequacy assessment process, ICAAP) e i processi interni di valutazione dell'adeguatezza della liquidità (internal liquidity adequacy assessment process, ILAAP) degli enti creditizi.

Lo scopo è quello di assistere le banche nel rafforzare i rispettivi ICAAP e ILAAP e a incoraggiare l'adozione delle prassi migliori.

La verifica della qualità degli ICAAP e degli ILAAP degli istituti è una componente fondamentale del processo di revisione e valutazione prudenziale (Supervisory Review and Evaluation Process, SREP) eseguito dagli organi di vigilanza della BCE.

Secondo le linee guida della BCE, l'ICAAP, in base a quanto disposto nella direttiva sui requisiti patrimoniali (Capital Requirements Directive, CRD IV), deve essere elaborato in maniera prudente e conservativa. La BCE ritiene che un ICAAP solido, efficace ed esaustivo poggi su due pilastri: la prospettiva economica e la prospettiva normativa.

L'ICAAP fornisce anche un contributo importante al processo di revisione e valutazione prudenziale (Supervisory Review and Evaluation Process, SREP) del meccanismo di vigilanza unico (MVU).

⁴Banca d'Italia: "Processo di revisione e valutazione prudenziale (SREP) "Circolare n. 285 del 17 dicembre 2013, aggiornamento n° 25 del 23 ottobre 2018. Link in sitografia

La Guida 2018 della BCE⁵ su ICAAP e ILAAP si basa su 7 principi:

- 1) Governance. Un Consiglio di Amministrazione chiaro e trasparente che approvi una dichiarazione sull'adeguatezza patrimoniale.
- 2) Gestione. Aspetti operativi e processi interni volti a garantire una adeguata costante valutazione dei rischi come pianificazione strategica, monitoraggio di indicatori sull'adeguatezza patrimoniale e del livello interno di propensione al rischio;
- 3) Adeguatazza patrimoniale. La capacità dell'istituto di soddisfare tutte le richieste e tutti i requisiti patrimoniali regolamentari e di vigilanza.
- 4) Valutazione dei rischi. L'identificazione dei rischi deve essere fatta secondo un approccio lordo, cioè senza tenere conto di tecniche di mitigazione specifiche.
- 5) Qualità del capitale. Il capitale interno dell'istituto deve essere qualitativamente solido e determinato in modo prudente.
- 6) Metodologie di quantificazione dei rischi tramite modelli. Non andrebbero esclusi i rischi difficilmente quantificabili per mancanza di dati, viene chiesto di adottare un elevato livello di prudenza, adeguati livelli di confidenza, scelta accurata dei dati nella definizione degli scenari.
- 7) Prove di stress test. Viene chiesto di verificare che gli scenari definiti per le prove di stress siano sempre adeguati. In caso di modifiche rilevanti, l'ente dovrebbe valutarne i potenziali effetti sulla propria adeguatezza patrimoniale nel corso dell'anno.

Secondo la BCE il processo ICAAP non può essere visto come un esercizio annuale, ma essere parte integrante della gestione dei rischi aziendali, con attività di monitoraggio e valutazione continua.

⁵ Al riguardo si vedano i documenti Guida della BCE sul processo interno di valutazione dell'adeguatezza patrimoniale (ICAAP) Marzo 2018 e Guida della BCE sul processo interno di valutazione dell'adeguatezza della liquidità (ILAAP). [Link in sitografia](#)

1.1.9 Gli Stress Test 2018

Gli stress test sono uno strumento nato negli USA dopo la crisi finanziaria del 2008.

E' un esame condotto su determinate banche, che vengono sottoposte a scenari economici sfavorevoli per capire quanto il loro capitale sarà in grado resistere all'impatto di eventi economici avversi. Negli USA le banche con asset di almeno 50 miliardi devono condurre sia stress test interni sia quelli della Federal Reserve.

In Europa vengono effettuati, ogni due anni dal 2016, con la supervisione della European Banking Authority (Eba) con lo scopo di garantire, in caso di nuova crisi, maggiore stabilità alle banche e di evitare che un solo istituto minacci la salute e la stabilità dei mercati finanziari europei.

Gli EU-wide stress test dell'Eba si focalizzano su alcuni elementi chiave, come i rischi di credito, di mercato e di liquidità per evidenziare la salute delle banche durante periodi di recessione prolungata in scenari particolarmente negativi.

L'obiettivo è quello di misurare la tenuta patrimoniale della banca messa sotto pressione da un panorama di criticità economiche.

Se una banca non supera in maniera adeguata gli stress test le autorità di vigilanza possono intervenire imponendo misure quali cambiamenti organizzativi o di strategia, un incremento delle riserve di liquidità, la sospensione dei dividendi o un aumento di capitale.

Per il 2018 l'Eba ha eseguito lo stress test sui 48 maggiori gruppi bancari europei, tra i quali, in collaborazione con la Banca d'Italia, gli italiani Intesa Sanpaolo, UniCredit, Banco BPM e UBI Banca. Un analogo test è stato eseguito su un gruppo di istituti minori sottoposti alla diretta supervisione dell'EBA; tra di essi la Banca CARIGE che a causa del pessimo risultato dello stress test ha indotto la Banca d'Italia, d'intesa con la Banca centrale europea (Bce) a commissariare l'istituto.

Lo stress test dell'Eba⁶ non prevede una soglia minima di capitale da rispettare e non prevede dunque “promozioni” o “bocciature” ma rappresenta un valido strumento per valutare la capacità di tenuta del patrimonio delle banche nell'eventualità di scenari economico-finanziari avversi. I risultati del test concorrono a fornire informazioni per la quantificazione del requisito di capitale del Secondo pilastro (Pillar 2), in esito al processo di revisione e valutazione prudenziale (SREP, *Supervisory Review and Evaluation Process*).

Gli istituti che, a partire dal 2018, sono tenuti a rispettare l'IFRS 9, il nuovo standard contabile, dovranno stimare gli accantonamenti richiesti a seguito del deterioramento dei crediti, per effetto dello scenario avverso, non solo in una prospettiva di 12 mesi ma per tutta la vita residua del finanziamento.

Il test è partito dai dati di bilancio di fine 2017 ed ha considerato il triennio 2018/2020 durante il quale sono stati ipotizzati due differenti scenari macroeconomici, quello di base (*baseline*) e quello avverso (*adverse*).

Durante la simulazione gli istituti si trovavano in una situazione detta di “bilancio statico”, ovvero non potevano compiere azioni per attenuare gli effetti negativi dell'ipotetico scenario avverso.

Ecco lo scenario avverso secondo le descrizioni fornita dell'Eba:

- 1) Un crollo del Pil del 2,7% annuo fino al 2020;
- 2) Il tasso di disoccupazione del 9,7% nel 2020;
- 3) Una caduta dei prezzi al consumo del 3,5%;
- 4) Una riduzione dei prezzi degli immobili residenziali del 19,1% e commerciali del 20,0%.

Le conseguenze immediate dello scenario avverso:

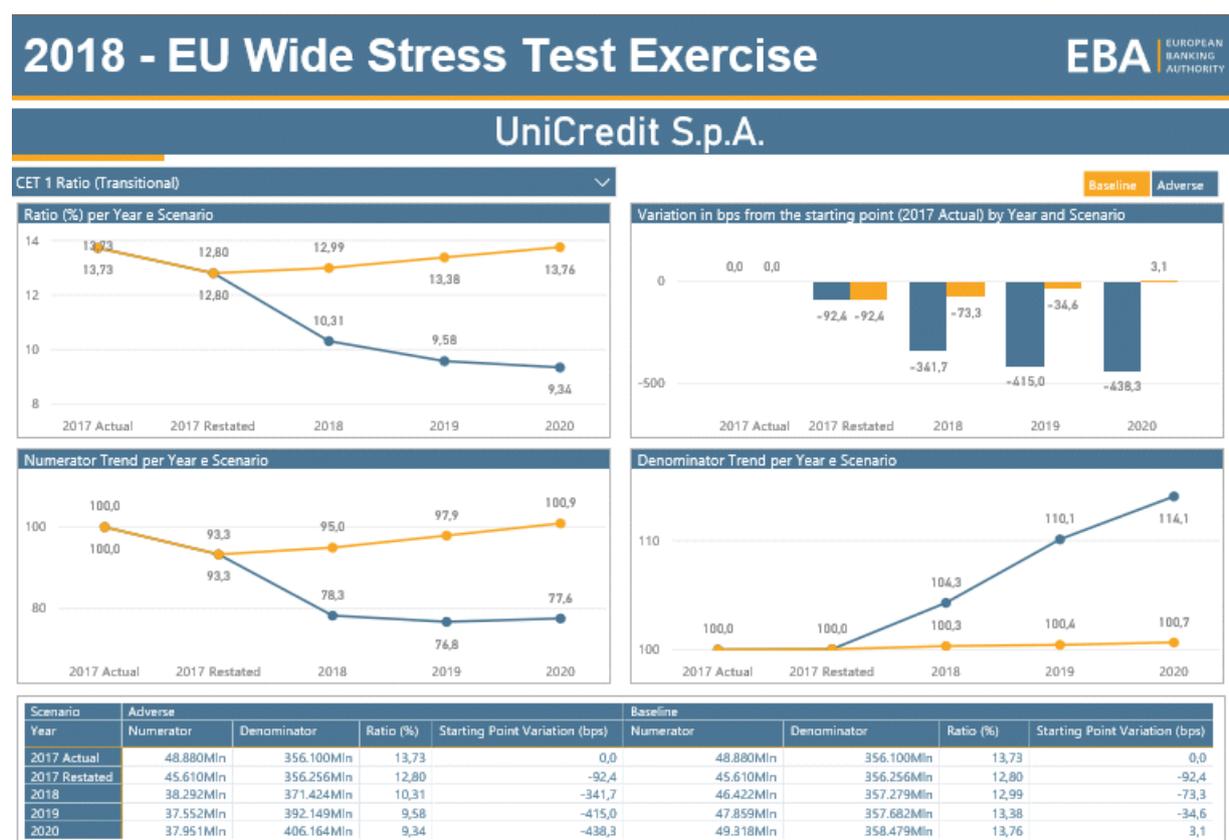
- 1) Forte *repricing* rispetto alle attuali quotazioni sui mercati azionari e obbligazionari.
- 2) Elevato rischio di liquidità nel settore bancario ed extra-bancario, con contagio all'intero mercato finanziario;
- 3) Aumento dell'incertezza sulla sostenibilità dei debiti pubblici e privati con impatto anche sulla stabilità politica degli Stati europei;

Lo scenario avverso avrebbe un effetto differente tra i vari stati europei.

Particolarmente penalizzata risulterebbe la Svezia con una caduta del Pil del 16% contro un - 8,6% della Germania.

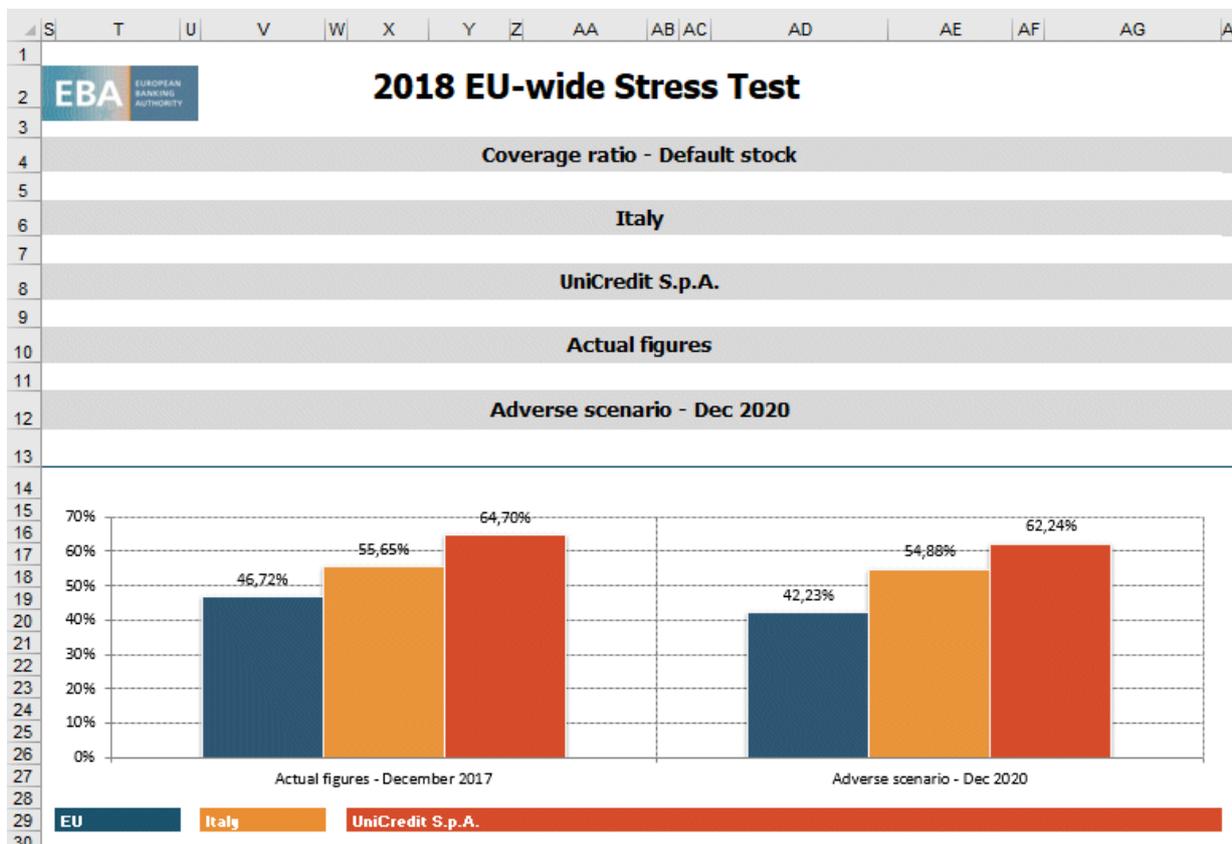
Più modesto il crollo per Italia -6,5% e la Francia -6,4%.

A fronte delle condizioni di stress ipotizzate nello scenario avverso i risultati pubblicati il 2/11/2018 dimostrano che le banche europee hanno una buona capacità di tenuta.



⁶ The European Banking Authority (EBA) published the results of the 2018 EU-wide stress test of 48 banks. Link in sitografia. Barucci E., R. Baviera, C. Milani, The Comprehensive Assessment: What lessons can be learned? The European Journal of Finance, 2018

Di seguito il foglio Ms Excel che il sito Eba⁷ mette a disposizione per una verifica dei risultati dello Stress Test 2018.



⁷ The European Banking Authority (EBA) Presentation to analysts of stress test results 2018. Interactive tool: Interactive dashboard Stress test results by country and by bank. Excel tools. Link in sitografia

1.1.10 Asset and liability management (ALM)

L'*asset and liabilities* management è il processo di gestione integrata dell'attivo e del passivo delle attività finanziarie finalizzata ad allocare le risorse in un'ottica di ottimizzazione del rapporto rischio-rendimento. Le tecniche di ALM applicano metodologie di valutazione dell'impatto che oscillazioni dei valori di variabili chiave (ad es. la struttura dei tassi di interesse) possono avere sul valore dell'attivo e del passivo.

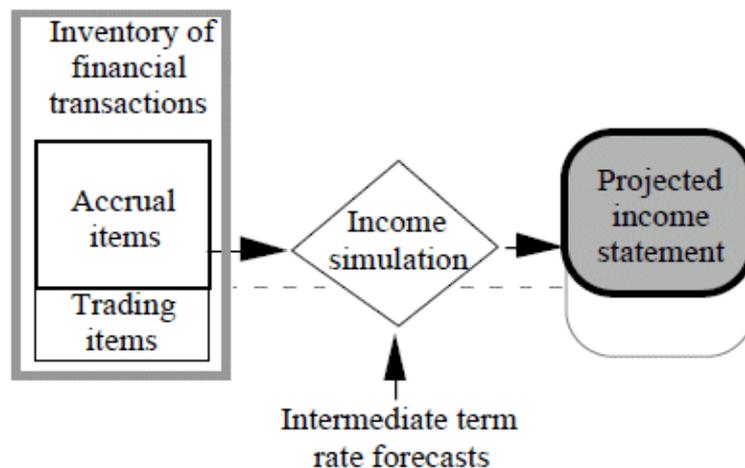
Con *asset and liabilities* management si intende normalmente l'insieme degli strumenti, delle regole e delle procedure organizzative finalizzate alla ottimizzazione del profilo di rischio-rendimento di una banca.

E' un modello che consente di misurare per l'operatività finanziaria della banca il livello di rischio di tasso e di esplicitare il potenziale di perdita o di profitti derivante da oscillazioni di tassi di mercato.

La probabilità che la banca subisca delle perdite in conseguenza di uno sfavorevole andamento dei tassi di mercato viene definito rischio di tasso di interesse.

Di seguito lo schema con il quale il documento *Riskmetrics* illustra il funzionamento dell'ALM.

Asset liability management



Fonte: Riskmetrics

1.2 Basilea e i requisiti patrimoniali minimi

1.2.1 Cenni storici

La profonda crisi economica del 1973-74 conseguente all'aumento vertiginoso del prezzo del petrolio portò all'istituzione di una organizzazione chiamata Comitato di Basilea per la vigilanza bancaria (*Basel Committee on Banking Supervision*)⁸ che opera sotto il patrocinio della Banca dei Regolamenti Internazionali⁹.

Il comitato era formato dai Governatori delle banche centrali dei G10 ovvero dei 10 paesi economicamente più evoluti, Belgio, Canada, Francia, Germania, Giappone, Italia, Paesi Bassi, Regno Unito, Stati Uniti e Svezia a cui si aggiunsero Svizzera e Lussemburgo.

Nel 1975 stipularono il Primo Concordato di Basilea a cui fece seguito nel 1983 il Secondo Concordato di Basilea dove vennero stabiliti due principi: la ripartizione delle competenze tra paese d'origine e paesi ospitanti e i parametri di vigilanza.

Tuttavia, la natura di questi Concordati non aveva alcun potere normativo e non comportava alcuna tipologia di sanzione nel caso in cui tali accordi non fossero stati rispettati.

Si giunse quindi al Primo Accordo di Basilea (Basilea 1) nel 1988 il quale, a differenza dei concordati precedenti, aveva potere vincolante.

⁸ *The Basel Committee on Banking Supervision (BCBS) is the primary global standard setter for the prudential regulation of banks and provides a forum for regular cooperation on banking supervisory matters. Its 45 members comprise central banks and bank supervisors from 28 jurisdictions. Link in sitografia*

⁹ *La Banca dei Regolamenti Internazionali è un'organizzazione internazionale avente sede sociale a Basilea, in Svizzera. Fondata nel 1930 in attuazione del Piano Young, essa è la più antica istituzione finanziaria internazionale. Fonte Wikipedia*

1.2.2 Basilea 1

Il Primo Accordo di Basilea venne recepito attraverso due direttive europee. La prima introdusse il principio di adeguatezza patrimoniale delle banche, ovvero un requisito minimo di capitale di cui le banche devono obbligatoriamente disporre al fine di poter fronteggiare eventuali perdite generate dalla loro attività.

La seconda direttiva (89/647/CEE) tratta invece di un “coefficiente di solvibilità” costituito dal rapporto tra il patrimonio di vigilanza (i fondi propri) e le attività in bilancio e fuori bilancio ponderate in base al rischio, che deve essere almeno pari all'8%. In sostanza, si chiede che il rapporto tra i “fondi propri” di un istituto di credito e le sue attività ponderate per il rischio non siano inferiori all'8%.

Uno dei limiti di Basilea I era quello di prendere in considerazione esclusivamente il rischio di credito nel calcolo delle attività ponderate per la determinazione del coefficiente di solvibilità. Solo più avanti, nel 1996, venne revisionato con lo scopo di introdurre una nuova tipologia di rischio, il rischio di mercato.

1.2.3 Basilea 2

Il 26 giugno 2004 venne emanato il Secondo Accordo di Basilea (c.d. Basilea 2) con lo scopo di superare gli evidenti limiti di Basilea 1 e che potesse superarne i punti critici.

Le direttive della comunità europea che recepirono l'accordo furono la 2006/48/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 14 giugno 2006 relativa all'accesso all'attività degli enti creditizi ed al suo esercizio e la Direttiva 2006/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 14 giugno 2006 relativa all'adeguatezza patrimoniale delle imprese di investimento e degli enti creditizi.

L'accordo Basilea 2 si fonda su 3 Pilastri: Requisiti patrimoniali minimi, Processo di vigilanza prudenziale e i Requisiti di trasparenza informativa.

1.2.3.1 Requisiti patrimoniali minimi

Il primo punto richiede l'osservanza di un requisito patrimoniale minimo che tenga conto anche del rischio operativo e non solo del rischio di credito e di mercato, come nel Basilea I.

Patrimonio di Vigilanza /[(RWA Rischio Credito) + (RWA Rischio Mercato) + (RWA Rischio Operativo)] $\geq 8\%$

Dove gli RWA (Risk-Weighted Assets) rappresentano le attività ponderate per il rischio.

Gli istituti di credito possono adottare metodi di misurazione delle singole tipologie di rischio basati su modelli di calcolo propri oppure attraverso metodi di misurazione standard già presenti in Basilea I.

Quest'ultimi sono stati rivisti e revisionati, allo scopo di superare alcuni limiti, quali ad esempio, l'attribuzione di pesi fissi di rischio (20%, 50%, 100%, 150%).

I pesi statici, infatti, non erano in grado di cogliere la reale situazione patrimoniale della controparte con cui opera l'istituto, per cui con Basilea 2 si assiste ad un ampliamento delle classi di ponderazione e alla possibilità di utilizzare le valutazioni fornite delle agenzie di rating esterne (Moody's, Standard & Poor's, ecc.).

Nel caso in cui il singolo istituto adottasse un metodo di misurazione del rischio basato su rating interni, chiamati Internal Rating Based approach (c.d. Irb), avrebbe la possibilità di avvantaggiarsi di un assorbimento patrimoniale minore ai fini di vigilanza, rispetto a quello che comporterebbe il metodo standard.

In quest'ultimo caso viene contemplata anche la possibilità di utilizzare un duplice metodo:

l'Irb base (c.d. *foundation*) e l'Irb avanzato (c.d. *Advanced*).

Con l'Irb base l'istituto di credito può calcolare, tramite modelli implementati internamente, la *Probability of Default* (PD) per ciascun cliente debitore.

Nella stima del PD gli istituti devono tener conto di due ipotesi distinte; Il ritardo reale nei pagamenti con ipotesi di insolvenza ma anche il semplice decremento dell'affidabilità del debitore, ovvero che, sebbene in regola con i pagamenti, la banca ritenga improbabile che in futuro possa assolvere in pieno alle sue obbligazioni.

Classe di merito di credito	Coefficienti di ponderazione del rischio				ECAI
	Amministrazioni centrali e banche centrali	Intermediari vigilati, enti del settore pubblico, enti territoriali*	Banche multilaterali di sviluppo	Imprese e altri soggetti	Standard & Poor's
1	0%	20%	20%	20%	da AAA a AA-
2	20%	50%	50%	50%	da A+ a A-
3	50%	100%	50%	100%	da BBB+ a BBB-
4	100%	100%	100%	100%	da BB+ a BB-
5	100%	100%	100%	150%	da B+ a B-
6	150%	150%	150%	150%	CCC+ e inferiori

In alto il Mapping dei rating rilasciati da Standard & Poor's rating services¹⁰. Dunque ogni PD calcolata corrisponde ad una classe di rating che verrà assegnato ad ogni controparte¹¹.

Ma per definire il coefficiente di ponderazione da attribuire a ciascuna esposizione occorre anche calcolare la *Loss Given Default (LGD)* che rappresenta il tasso di perdita in caso di default, l'*Exposure at default (EaD)* ovvero la somma a rischio al momento del default e la *Maturity (M)* che indica la durata finanziaria residua del credito.

Con la metodologia standard questi valori vengono forniti dalle autorità di vigilanza.

Con la metodologia *Ibr advanced* la banca calcola con i modelli interni anche questi fattori.

Chiaramente una volta che la banca ha attribuito il rating al cliente intervengono le Autorità di vigilanza per vagliare l'accuratezza dei calcoli effettuati e le assunzioni sottostanti. Dunque l'efficienza di questo processo interno risulta estremamente dipendente dal controllo a posteriori. Rating¹² a lungo termine per esposizioni verso: amministrazioni centrali e banche centrali; intermediari vigilati; enti del settore pubblico; enti territoriali; banche multilaterali di sviluppo; imprese e altri soggetti.

¹⁰ Fonte: Sep Banca d'Italia – Mapping dei rating rilasciati da Standard & Poor's rating services. [Link in sitografia](#)

¹¹ Fonte: RISCHIO DI CREDITO Bankpedia – Enciclopedia di Banca Borsa e finanza. [Link in sitografia](#)

1.2.3.2 Processo di vigilanza prudenziale

Il Processo di vigilanza prudenziale prevede l'introduzione di ulteriori presidi per far fronte anche ai rischi che non vengono considerati per la misurazione dei requisiti patrimoniali minimi. Quindi il rischio di credito, il rischio di mercato e il rischio operativo ed eventuali situazioni congiunturali avverse legate all'ambiente in cui operano le banche (processo Icaap e *stress test*). Le Autorità di Vigilanza devono valutare l'adeguatezza patrimoniale di ogni singola banca, e qualora essa non risultasse sufficiente, hanno il potere di imporre un aumento della copertura patrimoniale al di sopra di quella minima imposta dalla normativa.

1.2.3.3 Requisiti di trasparenza informativa

La Disciplina del mercato impone alle banche determinati obblighi di informativa verso la propria clientela, in modo da rendere più trasparente il loro operato sul mercato.

Nonostante Basilea 2 mostrasse maggiore attenzione alle discipline di risk management ed alle tecniche di misurazione dei rischi presentava comunque numerose criticità.

¹² *La Banca dei Regolamenti Internazionali è un'organizzazione internazionale avente sede sociale a Basilea, in Svizzera. Fondata nel 1930 in attuazione del Piano Young, essa è la più antica istituzione finanziaria internazionale. Fonte Wikipedia*

1.2.4 Basilea 3 e le norme in vigore dal 1° Gennaio 2019

La crisi economica che sconvolse gli Stati Uniti d'America nel 2007, culminata con il fallimento nel settembre 2008 della banca Lehman Brothers, dimostrò tutti i limiti e l'inadeguatezza dei vincoli imposti da Basilea 2 e quanto questi non fossero adeguati e sufficienti ad evitare le crisi bancarie. In particolari situazioni, infatti, la rigidità delle norme non solo non riduceva le eventuali perdite ma rischiava di aggravare la situazione.

Infatti, la normativa intensifica gli effetti negativi del ciclo economico, proprio perché, i periodi di recessione, comportano una diminuzione degli impieghi e dei prestiti. Inoltre, il rischio di mercato e il rischio di controparte erano stati sottostimati dagli accordi Basilea.

Si giunse così a Basilea 3. Costituita da 2 documenti “Schema di regolamentazione internazionale per il rafforzamento delle banche e dei sistemi bancari “ e “Schema internazionale per la misurazione, la regolamentazione e il monitoraggio del rischio di liquidità”. Entrambi vennero recepiti nella direttiva 2013/36/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 26 giugno 2013, sull'accesso all'attività degli enti creditizi e sulla vigilanza prudenziale sugli enti creditizi e sulle imprese di investimento e dal Regolamento (UE) n.575/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 26 giugno 2013, relativo ai requisiti prudenziali per gli enti creditizi e le imprese di investimento.

Basilea 3 si sviluppa in 3 punti principali: Il leverage ratio, i buffer anticiclici ed il rischio di liquidità. Introduce, inoltre, delle misure, come lo *stressed VaR* (stress test) che pone rimedio ai limiti dei modelli VaR precedenti

1.2.4.1 Il leverage ratio

L'indice di leva finanziaria è il rapporto tra il capitale netto della banca e il totale delle attività e viene inserito con il duplice scopo di impedire, da una parte, un aumento eccessivo degli attivi bancari nei cicli economici espansivi e di incrementare la qualità del patrimonio di vigilanza.

1.2.4.2 I buffer anticiclici

I buffer anticiclici sono delle scorte di capitale definite in base alle caratteristiche delle singole banche che hanno lo scopo di moderare la volatilità dei requisiti patrimoniali. Essi si distinguono in 3 diversi buffer: il *Capital Conservation Buffer* (CCB), cioè una riserva cuscinetto di capitale definita tramite l'accantonamento degli utili d'esercizio con lo scopo di garantire che in periodi economici positivi le banche accumulino riserve patrimoniali, in eccesso rispetto ai requisiti minimi, cui poter attingere nei periodi di crisi; il *Counter-Cyclical Buffer* (CCCB), ovvero una scorta di capitale che potrebbe essere richiesta, se necessaria, dalle Autorità di Vigilanza; il *Globally-Systemically Important Financial Institutions Buffer* (G-Sifi Buffer), ossia un cuscinetto di capitale richiesto unicamente agli intermediari che possiedono una rilevanza di natura sistemica.

Era stato infatti rilevato che una forte interconnessione tra banche di rilevanza sistemica aveva contribuito a trasmettere gli *shock* al sistema finanziario e all'economia reale. Si rendeva quindi necessario rafforzare la capacità di assorbimento delle perdite di tali istituzioni, che, rappresentando un elevato fattore di rischio, meritano un regime regolamentare specifico; Il buffer anticiclico ha lo scopo di proteggere il sistema bancario dall'eccessiva crescita del credito. Il *buffer* di conservazione del capitale e quello anticiclico sono stati introdotti tra il 2016 e il 2018 e sono diventati pienamente operativi dallo scorso 1° gennaio 2019.

1.2.4.3 Il rischio liquidità

Da misurare per mezzo di 2 coefficienti il *Liquidity Coverage Ratio* (LCR) e il *Net Stable Funding Ratio* (NSFR). Il *Liquidity Coverage Ratio* prevede la creazione di un apposito cuscinetto di liquidità volto ad evitare che le banche non siano in grado di affrontare una situazione di deflussi di cassa e l'ulteriore scopo di soddisfare eventuali esigenze che possono insorgere nell'arco di trenta giorni e in uno scenario di stress test.

Il *Net Stable Funding Ratio* invece, impedisce lo sbilanciamento nella composizione delle attività e delle passività delle banche, in relazione alla durata delle stesse.

1.2.4.4 Basilea 4 ovvero la finalizzazione delle riforme di Basilea 3

Nel dicembre 2017 il Ghos¹³ (*Group of Governors and Heads of Supervision*) Gruppo dei governatori e degli organismi di vigilanza, raggiunse un'intesa su nuove norme di finalizzazione delle riforme di Basilea 3, definito da molti framework Basilea 4¹⁴.

L'accordo ha lo scopo di ridurre la variabilità nel calcolo delle attività ponderate per i rischi (Risk Weighted Assets, RWA) e rendere comparabili le metodologie di calcolo dei requisiti patrimoniali sviluppate internamente dalle banche.

La nuova normativa entrerà in vigore dal 1° gennaio 2022 e avrà piena applicazione nel 2027.

I principali cambiamenti introdotti dal cosiddetto framework Basilea 4 sono i seguenti¹⁵:

- 1) Approccio standardizzato per il calcolo dei requisiti patrimoniali relativi al rischio di Credito. Revisione del framework relativo al CVA-Charge e Rischio di Controparte.
- 2) Vincoli all'utilizzo dell'approccio basato sui modelli interni (*Internal Rating Based, IRB*) per il calcolo dei requisiti patrimoniali a fronte del rischio di credito
- 3) Approccio standardizzato per il calcolo dei requisiti patrimoniali relativi al rischio Operativo. Review del framework relativo alle Cartolarizzazioni.
- 4) Un buffer aggiuntivo di capitale per le istituzioni a rilevanza sistemica globale nell'ambito della disciplina sull'indicatore di leva finanziaria (Leverage Ratio).
- 5) L'istituzione di un output floor vale a dire di una soglia base per le richieste di capitale sugli asset, pari al 72,5 per cento, con un regime transitorio a decorrere dal 2022 e fino al 2027. Il livello minimo inizialmente è previsto al 50% (nel 2022) per arrivare al 72,5% nel 2027.

Altra importante novità prevede che i modelli di misurazione VaR vengano sostituiti da quelli di *Espected Shortfall*.

¹³ GHOS è il Gruppo dei Governatori delle Banche centrali e dei Capi delle Autorità di vigilanza (*Group of Central Bank Governors and Heads of Supervision*) di cui Mario Draghi è Presidente. Fonti Banca d'Italia e BIS.org Link in sitografia

¹⁴ Fonte *Ilsole24ore.com* Link in sitografia

¹⁵ Fonte Banca d'Italia. Link in sitografia

1.3 ERM - Enterprise risk management

1.3.1 Risk management

Abbiamo descritto le tipologie di rischio alle quali sono soggetti gli istituti finanziari, durante lo svolgimento della loro attività. Rischio sotto forma di danno, perdita, come eventualità generica o per esposizione ad un pericolo, il rischio come un qualcosa che si può misurare.

E' importante ricordare che l'economista Frank H. Knight fu il primo a scindere il concetto di rischio da quello di incertezza, sostenendo che al contrario del rischio, l'incertezza non è misurabile numericamente, poiché riferita a situazioni non quantificabili.

Gli economisti Kahneman e Tversky hanno sottolineato la natura soggettiva del rischio, ogni individuo infatti reagisce ad una determinata situazione in modo diverso, seguendo un proprio specifico grado di propensione o avversione al rischio. Ogni individuo dipende da una propria percezione del rischio.

Il rischio dunque come situazione aleatoria dalla quale possono emergere risultati positivi o negativi, guadagni o perdite, due differenti evoluzioni legate tra loro al punto che l'una non possa esistere senza l'altra.

Ecco dunque la necessità di passare dalla misurazione del rischio alla sua gestione.

Il risk management è l'insieme dei processi attraverso i quali un'azienda identifica, analizza, quantifica, elimina e monitora i rischi legati ad un determinato processo produttivo.

Il Risk Management è formato dalle seguenti fasi consequenziali:

- 1) Identificazione dei rischi;
- 2) Misurazione del rischio;
- 3) Gestione del rischio;
- 4) Controllo del rischio.

1.3.2 La definizione di *Enterprise Risk management*

Le nuove regolamentazioni sulla gestione del rischio imposte da Basilea 3 richiedono che le istituzioni finanziarie adottino una infrastruttura di gestione del rischio molto più robusta e integrata rispetto al passato. Ai fini di gestire e valutare contemporaneamente tutte le tipologie di rischio si rende necessario implementare una piattaforma centralizzata con tutti i rapporti di capitale, liquidità, leva finanziaria dell'istituto. Un sistema integrato di *Enterprise risk management* a cui hanno accesso i *risk manager* aziendali ma anche gli organi di vigilanza e controllo ed il mercato.

Nel 2017 il *Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission*¹⁶ (CoSO) ha pubblicato l'update dell'*Enterprise Risk Management – Integrated Framework (prima edizione 2004)*. L'ERM viene definito come un “processo, posto in essere dal consiglio di amministrazione, dal management e da altri operatori della struttura aziendale; utilizzato per la formulazione delle strategie in tutta l'organizzazione; progettato per individuare eventi potenziali che possono influire sull'attività aziendale, per gestire il rischio entro i limiti del rischio accettabile e per fornire una ragionevole sicurezza sul conseguimento degli obiettivi aziendali”. In precedenza, il risk management era visto come parte della gestione strategica dell'azienda con lo scopo di ridurre l'incertezza legata al raggiungimento degli obiettivi aziendali, diminuendo le probabilità di fallimento e incrementando le possibilità di successo.

Il risk management tradizionale poneva l'attenzione sui rischi puri aziendali, seguendo un approccio secondo il quale il rischio è un elemento dannoso, che può ridurre i risultati aziendali e non tiene conto delle opportunità che il rischio può regalare. La soluzione era molto spesso quella di adottare coperture assicurative e prodotti similari trasferendo il rischio ad una terza parte.

¹⁶ Il *Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (CoSO)* è un'organizzazione privata, nata nel 1985, che si dedica allo sviluppo di frameworks e linee guida in materia di enterprise risk management, controllo interno e fraud deterrence; Link in *sitografia*

Al contrario dell'approccio tradizionale l'*Enterprise risk management* (ERM) guarda a tutti i rischi aziendali, considerandoli come deviazione dal risultato atteso, includendo quindi non solo la possibilità di perdite ma anche quella di guadagni (*upside risk*).

L'obiettivo è quello di gestire in modo complessivo tutti i rischi aziendali sulla convinzione che il rischio complessivo che l'impresa affronta è inferiore alla somma dei rischi considerati singolarmente. La gestione del profilo di rischio complessivo dell'impresa orientato a dettare le strategie aziendali invece che rispondere al singolo evento rischioso.

Secondo il CoSO l'ERM è un processo continuo, mai statico, di attività radicate nella struttura aziendale che vede coinvolti tutti gli individui che operano nell'azienda: dal management che stabilisce strategie e obiettivi, al consiglio di amministrazione che esercita un ruolo di supervisione e indirizzo, fino a tutti i dipendenti;

In un sistema di ERM strategia e rischio sono considerati congiuntamente il risk management è quindi integrato nelle scelte strategiche e nel business planning affiancandosi a tutte le attività aziendali.

I rischi da considerare nel loro insieme possono superare il livello di rischio accettabile oppure possono compensarsi riducendo l'impatto complessivo.

Secondo la pubblicazione del CoSO sono quattro le categorie degli obiettivi aziendali:

- 1) Obiettivi strategici: sono obiettivi di lungo periodo definiti dal management e correlati direttamente alla missione aziendale;
- 2) Obiettivi operativi: sono gli obiettivi di breve medio periodo attinenti all'utilizzo efficace ed efficiente delle risorse nei processi aziendali;
- 3) Obiettivi di reporting: riguardano l'affidabilità dei report aziendali;
- 4) Obiettivi di conformità: riguardano il rispetto di regolamenti, leggi e procedure da parte dell'azienda;

A questo scopo l'ERM può essere fondamentale¹⁷ in questo modo:

- 1) Supportando il processo decisionale del management con informazioni affidabili sul profilo di rischio e rendimento delle alternative strategiche analizzate;
- 2) Riducendo le incertezze che accompagnano le scelte strategiche, valutando le probabilità che si verifichino eventi negativi e attuando le risposte più adeguate;
- 3) Adottando tecniche per selezionare la più adeguata tra le opzioni di gestione come evitare, ridurre, condividere o accettare il rischio;
- 4) Gestendo i rischi correlati e multipli, aggregandoli, generando una visione d'insieme del loro impatto e trovare soluzioni per gestirli;
- 5) Identificando le potenziali opportunità che scaturiscono da eventi inaspettati.
- 6) Migliorando l'allocazione delle risorse e l'impiego di capitale.

¹⁷ *Frameworks e linee guida in materia di enterprise risk management, controllo interno e fraud deterrence. Il Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (CoSO). Link in sitografia*

CAPITOLO 2

Il Value at Risk e la misurazione dei rischi finanziari

2.1 *La Duration di Macaulay*

La duration, o durata media finanziaria di un titolo, è una misura ampiamente utilizzata nei mercati obbligazionari per valutare l'investimento effettuato e i rischi connessi a eventuali cambiamenti dei tassi d'interesse. La duration è espressa in anni, mesi e giorni e fornisce, a un dato momento della vita di un titolo a reddito fisso, il tempo necessario perché esso ripaghi, con le cedole, il capitale investito inizialmente.

La duration misura la sensibilità delle variazioni del prezzo di un titolo alle variazioni dei tassi di interesse di mercato. Costituisce l'approssimazione lineare della relazione prezzo/rendimenti. La duration è la durata media finanziaria di un titolo, calcolata come media delle scadenze dei flussi di cassa (cedole e valore di rimborso) di un titolo. Più precisamente, è la media aritmetica dei flussi di cassa associati a un titolo (cedole + valore rimborso) ponderata per il prezzo del titolo. In termini strettamente matematici, la duration è la derivata prima del prezzo rispetto al tasso. Per questa sua caratteristica è inversamente correlata al TRES (TRES = tasso di rendimento effettivo a scadenza).

Una duration più alta e quindi anche più volatile risulta preferibile in caso di aspettative di ribasso dei tassi.

Una duration più bassa dunque anche meno volatile è invece preferibile in caso di aspettative di rialzo dei tassi.

Nelle obbligazioni, il TIR corrisponde al tasso di rendimento effettivo a scadenza (TRES)

- la duration di una obbligazione a zero coupon (ZCB) è pari alla vita residua del titolo
- un portafoglio di titoli perfettamente immunizzato (cioè non esposto ai rischi di variazioni dei tassi) presenta una duration nulla

$$Duration = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{tC_t}{(1+r)^t} + \frac{nV}{(1+r)^n}}{P}$$

Dove:

t = tempo a scadenza delle cedole

Ct = cedole al tempo t

n = scadenza del titolo

V = valore di rimborso

P = prezzo del quel

Il parametro della duration è molto utile per confrontare titoli con vita residua e cedole differenti ed è un concetto molto sintetico per rendere omogenei titoli dalle caratteristiche difficilmente confrontabili.

Ad esempio, due BTP con scadenze diverse ma stesso rendimento e duration sono equivalenti dal punto di vista finanziario e sono identici dal punto di vista dell'investitore.

$$D = \frac{\sum_{s=1}^n s \cdot R_s \cdot (1+i)^{-s}}{\sum_{s=1}^n R_s \cdot (1+i)^{-s}} = \frac{\sum s \cdot R_s \cdot (1+i)^{-s}}{P_0}$$

s = tempo a scadenza delle cedole

R = cedola al tempo s

i = tir tasso interno di rendimento

P = prezzo del quel

Vettore Scadenze * vettore flussi * vettore v(0,t) /-P

2.1.1 Calcolo della Duration di Macaulay su foglio Ms Excel

Preso a riferimento un dato Btp acquistato il giorno 19/01/2019, è stato calcolato il Costo Tel quel, sono stati sviluppati i flussi di acquisto, stacco cedole semestrali e rimborso comprensivo dell'ultima cedola. Calcolato il Tasso interno di rendimento, Duration e Volatilità.

	A	B	C	D	E
1	Duration	Btp.St	15-09-22	1.45%	
2	Prezzo mercato	100,75		19/01/2019	
3	Cedola annua	1,45%			
4	Frequenza ced.	2			
5	Data stacco ced. Prec.	15/09/2018			
6	Data prossima cedola	15/03/2019			
7	Gg maturati cedola	126			
8	Rateo	0,50			
9	CTQ Prezzo Tel Quel	101,25			
10					
11	Periodo t	f(t)	v(0,t)	Date stacco cedole	
12	0	-€ 101,25		19/01/2019	
13	1	€ 0,725	0,9944	15/03/2019	
14	2	€ 0,725	0,9888	15/09/2019	
15	3	€ 0,725	0,9832	15/03/2020	
16	4	€ 0,725	0,9777	15/09/2020	
17	5	€ 0,725	0,9722	15/03/2021	
18	6	€ 0,725	0,9668	15/09/2021	
19	7	€ 0,725	0,9614	15/03/2022	
20	8	€ 100,725	0,9560	15/09/2022	
21					
22	TIR PERIODALE	0,56%			
23	TIR	1,13%			
24	Duration Macaulay	3,901			
25	Duration f() Excel	3,901			
26	Volatilità	3,858			

E' stato possibile confermare che i valori calcolati per mezzo del prodotto della somma dei vettori è identico al calcolo eseguito con la funzione propria di Excel DURATA.

Per la volatilità si è tenuto conto della formula $Volatilità = Duration / (1 + TIR)$

2.1.2 La Duration Modificata

La duration modificata rappresenta la sensibilità del prezzo del titolo al variare del rendimento. Ad esempio, se i tassi d'interesse dovessero salire dal 4% al 5% il nostro titolo obbligazionario subirebbe una perdita tanto maggiore in funzione della sua duration, infatti un titolo con duration 8 avrebbe una perdita maggiore di un titolo con duration 7. Viceversa se i tassi dovessero dal 4% scendere al 3% il maggior guadagno lo avremo sul titolo con la duration maggiore. Si impiega la duration modificata DM per conoscere la variazione del prezzo del titolo analizzato al variare del TIR tasso di rendimento interno r (o TRES Tasso di rendimento effettivo a scadenza = prezzo/valore attuale dei flussi di pagamento):

$$DM = D / (1+r)$$

Su un foglio Ms Excel la Duration di Macaulay è facilmente calcolabile con la funzione "DURATA" o "DURATION" o nel caso di duration modificata con "DURATA.M" o "DURATION.M".

La funzione richiede i seguenti parametri:

- la data di liquidazione (di acquisto) dell'obbligazione;
- la data di scadenza dell'obbligazione;
- il tasso d'interesse nominale annuo (somma cedole in un anno/valore nominale);
- il rendimento effettivo;
- il numero di rate per anno

=DURATA.M(liquidazione; scadenza; cedola; rendimento; num. rate anno; [base])

Duration Modificata = Durata/(1+ Rendimento/pagamenti per anno)

2.2 Il Value at Risk (VaR)

2.2.1 RiskMetrics – Cenni storici

Fino agli anni 80 ogni settore del mercato finanziario aveva i suoi indicatori di rischio specifici e il suo linguaggio specifico.

Come abbiamo visto, nel mercato obbligazionario si usa la duration, ovvero la durata media finanziaria dei bond, un indicatore che consente di misurare la reattività dei prezzi delle obbligazioni alle variazioni positive o negative del tasso.

Nel mercato azionario si usa il beta (β) dal modello di *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), il coefficiente che misura il comportamento di una azione rispetto al mercato, ovvero la variazione che un titolo storicamente assume rispetto alle variazioni di un indice di mercato.

Nel mercato del credito si usa il rating, un definito insieme di voti assegnati dalle agenzie di rating al nominativo di un debitore o di un emittente in base ad una valutazione del merito creditizio e ad una probabilità di insolvenza.

Queste differenti misurazioni di rischio, tuttavia, non sono omogenee e non consentono una valutazione complessiva del rischio totale delle attività bancarie.

Non mostrano, inoltre, indicazioni sulle potenziali perdite in caso di variazione negativa dei fattori di rischio.

Sul finire degli anni 80 il C.E.O. di J.P. Morgan Dennis Weatherstone chiese ai propri analisti di elaborare un documento, da produrre con cadenza giornaliera, entro le 4:15' pomeridiane (c.d. "4:15' p.m. report") che riassume in una sola cifra in dollari "quanti soldi rischiava la banca, su tutti i suoi portafogli in essere, su un certo orizzonte temporale (es. 1 giorno o 10 giorni) e con un livello di confidenza molto elevato (es. 99%)".

In altre parole, il VaR consente di affermare la seguente frase: Siamo certi all' α per cento che non perderemo più di Tot denaro nei prossimi N giorni.

Nacque il Value at Risk (VaR) complesso da implementare ma potente e semplice da comprendere.

Il VaR fornisce una misura di rischio comune tra diverse posizioni e fattori di rischio; consente di aggregare in un singolo valore tutti i diversi tipi di rischio di un portafoglio (cambi, prezzi azionari, tassi, credito, ...) oltre a quantificare la perdita potenziale inattesa, contiene una informazione utile circa la probabilità ad essa associata ed è espresso in unità di moneta.

Nel 1994 J.P. Morgan¹⁸ decise di rendere pubblico questo strumento di misurazione ed aggregazione dei rischi definendolo ***RiskMetricsTM***. Nel 1997 vennero diffusi altri tre documenti tecnici: *Creditmetrics* (di J.P. Morgan), *CreditRisk+* (di Crédit Suisse) e *Credit Portfolio View* (di McKinsey) che introdussero altrettanti modelli di misurazione del VaR per i portafogli di crediti su un orizzonte annuale.

¹⁸ *RiskMetrics*©—*Technical Document Fourth Edition, Dicembre 1996. Technical Document provides a detailed description of RiskMetrics. All publications and daily data sets are available free of charge on J.P. Morgan's Web page.* Link in sitografia

2.2.1 La definizione di Value at Risk (VaR)

Il Value at Risk è definito come la massima perdita potenziale derivante dalla detenzione di una attività finanziaria oggetto di valutazione, in un determinato orizzonte temporale, con un certo livello di confidenza statistica.

Per quanto riguarda il livello di confidenza statistica, solitamente pari al 95% o al 99,9%, in relazione alle esigenze specifiche dell'istituto che usufruisce di questa misura o agli obblighi normativi imposti dalle Autorità competenti.

Ad esempio, Bank of America ha scelto il livello di confidenza con l'obiettivo di mantenere un rating di livello AA per la banca. Il rating AA è associato alla probabilità annua di default pari allo 0,03%. Di conseguenza, Bank of America adotta un livello di confidenza pari a 99,97% nella misurazione del VaR. Relativamente all'orizzonte temporale scelto invece, esso generalmente corrisponde ad 1 giorno o a 10 giorni, in attinenza con la tipologia di attività cui si riferisce. Più l'attività è liquida, più rapido sarà il suo eventuale smobilizzo e quindi più breve sarà l'arco temporale di riferimento.

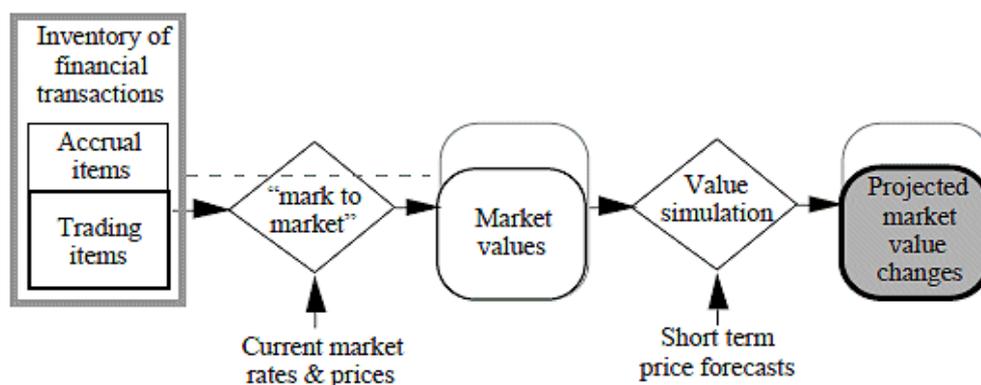
Il Value at Risk viene utilizzato anche per determinare i requisiti minimi di capitale per la copertura di perdite su attività finanziarie generate dai rischi di mercato. Tale misura si applica anche nel calcolo dei rischi di mercato di portafogli azionari, obbligazionari, investimento in valute estere e derivati finanziari.

La stima del VaR richiede che la posizione finanziaria venga mappata sui determinati fattori di rischio a cui è soggetta. Fattori che sono diversi a seconda della tipologia dei titoli che compongono il portafoglio. Un titolo azionario avrà sicuramente come fattore di rischio l'indice di borsa di riferimento mentre un titolo obbligazionario avrà tra i fattori di rischio il tasso di interesse di riferimento.

Le metodologie di calcolo del VaR proposte nel documento *RiskMetrics*¹⁹ sono il metodo della simulazione storica, il metodo Monte Carlo e il metodo parametrico.

Quest'ultimo si divide in *Asset normal*, con ipotesi di distribuzione normale dei valori di mercato delle posizioni e *Delta normal*, con ipotesi di distribuzione normale dei rendimenti dei fattori di mercato.

Value-at-Risk management in trading



Fonte: Riskmetrics

¹⁹ Andrea Resti, Andrea Sironi, *Rischio e valore nelle banche. Misura, regolamentazione, gestione*, Milano, Egea, 2008.

RiskMetrics©—*Technical Document Fourth Edition, Dicembre 1996. Technical Document provides a detailed description of RiskMetrics. All publications and daily data sets are available free of charge on J.P. Morgan's Web page.* Link in sitografia

2.3 Stima del VaR con metodo Parametrico

Il Metodo parametrico detto anche della normale o dell'approccio varianza-covarianza si basa sull'assunzione che i fattori di mercato sottostanti al modello seguano tutti una distribuzione normale. Di conseguenza, la distribuzione di probabilità degli utili e delle perdite derivanti dalla detenzione dell'attività finanziaria sarà una combinazione lineare delle distribuzioni dei fattori sottostanti. In tal modo possono essere sfruttate le proprietà statistiche delle distribuzioni normali multivariate nella stima del VaR.

Questa ipotesi utilizza la funzione di ripartizione Normale Standard, la quale dipende unicamente dal livello di confidenza.

$$\alpha = (u - \mu) / \sigma$$

Dove:

u è una certa soglia della distribuzione;

μ è la media della distribuzione;

σ è la deviazione standard della distribuzione.

$$u = \mu + \alpha \cdot \sigma$$

Le variazioni dati giornalieri a cui vengono applicati i modelli VaR sono molto vicine a zero.

Possiamo quindi ipotizzare che la media μ sia pari a zero.

In questo modo, la perdita percentuale diventa:

$$u = \alpha \cdot \sigma$$

Il VaR richiede però la massima perdita assoluta, non la perdita in percentuale, quindi si deve moltiplicare per il valore di mercato:

$$\mathbf{VaR = VM \cdot \alpha \cdot \sigma}$$

Inoltre, è necessario aggiungere δ . Un coefficiente di sensibilità del valore di mercato della posizione rispetto alle variazioni del fattore di mercato.

$$\mathbf{VaR = VM \cdot \delta \cdot \alpha \cdot \sigma}$$

Abbiamo così ottenuto il VaR di una singola posizione in portafoglio soggetta ad un solo fattore di rischio.

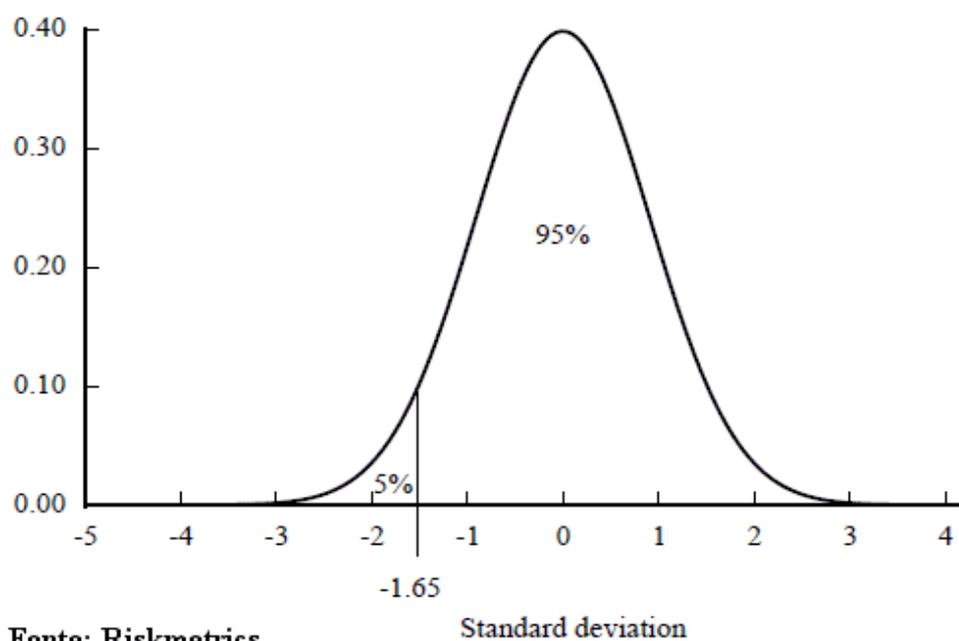
Quindi gli elementi fondamentali nel calcolo del VaR sono²⁰:

- 1) Livello di confidenza α
- 2) Valore di mercato (VM)
- 3) Coefficiente (δ) rappresentativo della sensibilità del valore di mercato alle variazioni del fattore di mercato nei confronti del quale la posizione è esposta.
- 4) La potenziale variazione sfavorevole del fattore di mercato, ovvero la volatilità stimata di tale fattore di mercato (σ).
- 5) L'orizzonte temporale N (dipende dalla liquidità delle posizioni)

In genere si lavora con rendimenti R^* (perdite percentuali) e si deduce la perdita monetaria associata ΔW^* .

²⁰ Andrea Resti, Andrea Sironi, *Rischio e valore nelle banche. Misura, regolamentazione, gestione*, Milano, Egea, 2008

Nel caso di obbligazioni il coefficiente (δ) viene rappresentato dalla Duration Modificata, mentre nel caso di azioni dal parametro (β) che indica la sensibilità del titolo al variare dell'indice azionario del suo settore.



Fonte: Riskmetrics

Standard deviation

21 RiskMetrics©—*Technical Document Fourth Edition, Dicembre 1996. Technical Document provides a detailed description of RiskMetrics. All publications and daily data sets are available free of charge on J.P. Morgan's Web page. Link in sitografia*

2.3.1 Livello di confidenza

Nella stima del Var l'intervallo di confidenza esprime la probabilità, in percentuale, che si verifichi lo scenario negativo. Più è elevato il livello di confidenza minori saranno le probabilità che le perdite eccedano il valore a rischio stimato. Poiché abbiamo ipotizzato una distribuzione normale dei rendimenti possiamo tradurre il grado di confidenza della misura di rischio in un fattore e viceversa.

L'andamento dei rendimenti giornalieri si identifica con una curva di tipo normale nella quale i valori centrali sono i maggiormente probabili mentre quelli estremi sono più rari.

La funzione $f(x)$ rappresenta la funzione di densità

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\left[\frac{1}{2\sigma^2}(x-\mu)^2\right]}$$

Dove:

μ è la media

σ è la deviazione standard della variabile casuale X

Con il calcolo dell'integrale della funzione in corrispondenza dell'intervallo desiderato è possibile stimare la probabilità che la variabile X assuma un valore interno ad un dato intervallo.

Per semplicità si procede con la standardizzazione della variabile casuale esprimendo gli scarti $(x-\mu)$ in unità di:

$$\varepsilon = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

tale che $\varepsilon \approx N(0,1)$

per cui $X = \mu + \varepsilon\sigma$

La media e la varianza della variabile casuale standardizzata sono pertanto:

$$E(x) = E(\varepsilon)\sigma + \mu = \mu$$

$$V(x) = V(\varepsilon)\sigma^2 = \sigma^2$$

Si può, quindi, calcolare la probabilità che la variabile casuale standardizzata (x) assuma valori compresi in un certo intervallo. Risulta che:

il 66% della distribuzione delle frequenze è compreso in valori di $\varepsilon = +1$ ed $\varepsilon = -1$;

il 95% è compreso in valori di $\varepsilon = +2$ ed $\varepsilon = -2$.

Ciò equivale a dire che la probabilità, che una variabile casuale assuma valori ricompresi intorno alla sua media, più o meno la deviazione standard presa una volta, è del 68%; ovvero, la deviazione standard presa una volta ci fornisce la misura del raggio intorno alla media nel quale è atteso il 68% degli eventi.

E' possibile pertanto definire il numero delle deviazioni standard per cui l'area sottostante alla coda destra o sinistra sia pari a c .

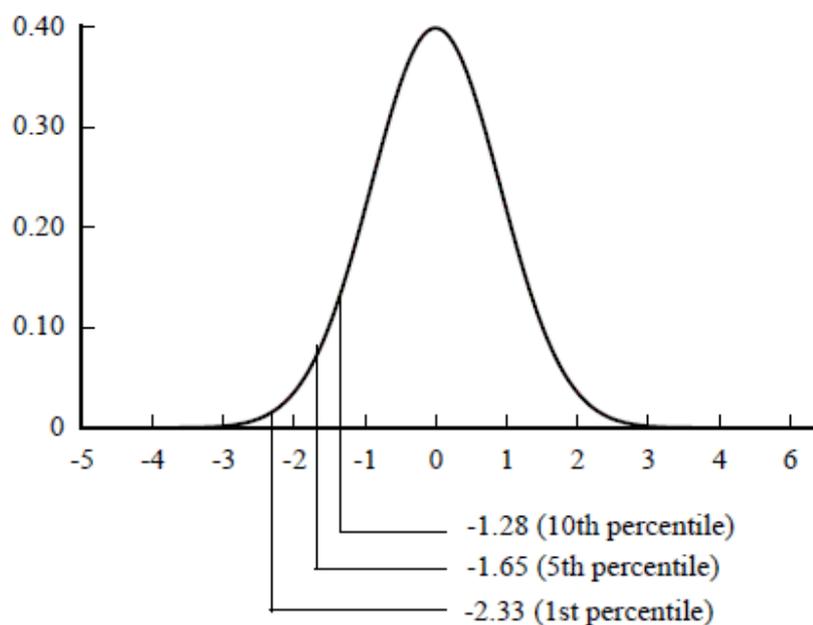
$$c = \Pr ob(X \geq q) = \int_q^{\infty} f(x)dx$$

Dove:

X = variabile casuale

q = probabilità sufficientemente piccola

Poiché la finalità non è quella di determinare i rendimenti positivi ma soltanto le perdite dobbiamo considerare soltanto la metà degli eventi possibili, quelli della coda sinistra del grafico²². Quindi prendere in considerazione 2 volte la deviazione standard significa prendere in considerazione il 95% degli eventi possibili intorno alla media, pertanto solo nel 2,5% dei casi si manifestano eventi avversi.



Fonte: Riskmetrics Standard deviation

Di seguito la tabella che illustra i differenti livelli di confidenza corrispondenti ai diversi multipli di deviazione standard.

²² Andrea Resti, Andrea Sironi, *Rischio e valore nelle banche. Misura, regolamentazione, gestione*, Milano, Egea, 2008.

RiskMetrics©—*Technical Document Fourth Edition, Dicembre 1996. Technical Document provides a detailed description of RiskMetrics.* Link in sitografia

2.3.2 Livello di confidenza su Ms Excel

La distribuzione ha una media uguale a zero e una deviazione standard uguale a uno.

La probabilità di ottenere valori compresi in un intervallo centrato sulla media e pari ad un dato multiplo della deviazione standard è costante.

Il fattore scalare α corrispondente al livello di confidenza desiderato ed è il quantile della distribuzione normale standard corrispondente all'intervallo di confidenza q scelto.

	A	B
1	Livello di confidenza	Fattore scalare
2	99,99%	3,719
3	99,98%	3,540
4	99,97%	3,432
5	99,87%	3,011
6	99,50%	2,576
7	99,38%	2,501
8	99,00%	2,326
9	98,00%	2,054
10	97,72%	1,999
11	97,50%	1,960
12	97,00%	1,881
13	96,00%	1,751
14	95,00%	1,645
15	93,32%	1,500
16	90,00%	1,282
17	84,13%	1,000
18	50,00%	0,000

Su Ms Excel è possibile ottenere il fattore scalare corrispondente ad un valore di confidenza per mezzo della formula `INV.NORM.ST()` oppure `INV.NORM.S()` che restituisce l'inversa della distribuzione normale standard cumulativa.

`INV.NORM.ST(p)` calcola il valore di z per cui $F(z) = p$ dove $F(z)$ è la distribuzione di Gauss standardizzata.

2.3.3 Orizzonte temporale e stima della volatilità

Abbiamo visto che nella stima del VaR occorre definire un intervallo temporale futuro lungo il quale si desidera misurare la perdita potenziale.

La scelta del giusto orizzonte dipende dalla liquidità del titolo e dalle strategie dell'operatore.

La liquidità di una posizione è legata anche alle dimensioni del mercato e al tempo necessario per smobilizzare la posizione.

Posizioni di modesta entità possono essere facilmente smobilizzabili mentre transazioni la cui entità si avvicina o supera i volumi medi giornalieri richiedono tempi notevolmente superiori.

Riguardo la strategia dell'operatore, invece, un'ottica speculativa necessita di orizzonti temporali brevi mentre strategie di investimento richiedono orizzonti temporali più lunghi.

E' opportuno che l'orizzonte temporale scelto utilizzi dati precedenti di pari periodo.

Le previsioni della volatilità sono più efficaci quando utilizzano dati di campioni di lungo periodo, che si avvicinano maggiormente ai valori medi riducendo gli effetti di eventuali forti variazioni nel breve periodo. In altre parole, quindi, assumendo campioni più ampi, le stime risultano più corrette.

Nelle posizioni aventi un unico fattore di rischio la volatilità per tempi prolungati viene ottenuta dalla volatilità giornaliera.

La stima della volatilità su orizzonti temporali superiori a pochi giorni è resa difficile sia dalla carenza dei dati che dalla scarsa significatività degli stessi in particolare quando sono troppo distanti dalla variabile che si vuole stimare. Per semplicità si può ricorrere al valore di volatilità storica annuale. Abbiamo visto che generalmente nel calcolo del VaR si usa una misura di volatilità giornaliera o di dieci giorni.

Si ottiene la volatilità giornaliera con la formula della “**Radice quadrata del tempo**” partendo da quella annuale e tenendo conto di 252 giorni lavorativi.

σ_g = Volatilità giornaliera

$$\sigma_g = \frac{\sigma_a}{\sqrt{252}}$$

σ_a = Volatilità annuale

Ottenuta la volatilità giornaliera possiamo ricavare la volatilità relativa al periodo T.

Dove:

$$\sigma_t = \sigma_g \cdot \sqrt{T}$$

σ_g = Volatilità giornaliera

σ_t = Volatilità relativa al periodo T

T = Il numero di giorni nel periodo T

Esempio:

La volatilità calcolata su un periodo di 3 settimane lavorative di T=15 giorni è pari a:

$$\sigma_{15} = \sigma_g \cdot \sqrt{15}$$

Esempio:

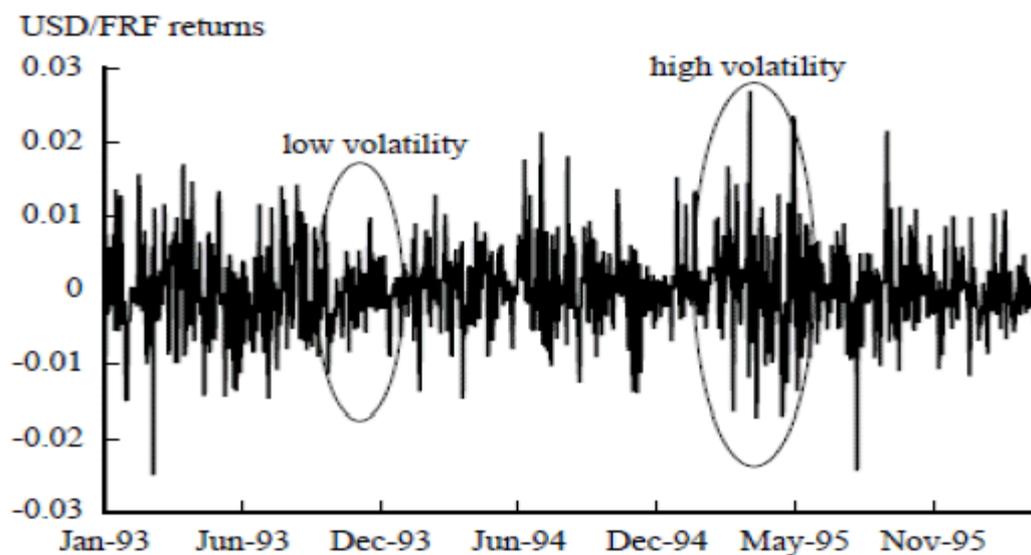
La volatilità calcolata su un periodo di un mese lavorativo di T=22 giorni è pari a :

$$\sigma_m = \sigma_g \cdot \sqrt{22}$$

$$\text{VaR}_k = \text{VM}_i \cdot \delta_i \cdot \alpha \cdot \sigma_i \cdot \sqrt{k} = \text{VaR} \cdot \sqrt{k}$$

Per la regola della radice del tempo il VaR multiperiodale è dato dal VaR uniperiodale moltiplicato per la radice dell'orizzonte temporale di riferimento.

Di seguito la tabella riportata da Riskmetrics²³ sulla volatilità storica sul cambio Dollaro Usa / Franco Francese dal 1993 al 1995.



Fonte: Riskmetrics

²³RiskMetrics©—Technical Document Fourth Edition, Dicembre 1996. Technical Document provides a detailed description of RiskMetrics. Link in sitografia

2.4 Confronto tra VaR di obbligazioni e VaR di titoli azionari su Ms Excel

Per la stima del VaR con metodo parametrico assume particolare rilievo il coefficiente (δ) che rappresenta la sensibilità della posizione da valutare alle variazioni del fattore di mercato nei confronti del quale la posizione è esposta. Nei titoli obbligazionari con cedola questo parametro viene rappresentato dalla Duration Modificata.

Nei titoli azionari il parametro viene, invece, invece espresso con il coefficiente beta (β) dal modello di Capital Asset Pricing Model (CAPM), il coefficiente che misura il comportamento di una azione rispetto al mercato, ovvero la variazione che un titolo storicamente assume rispetto alle variazioni di un indice di mercato.

	A	B	C	D	E	F	G
1		VM		δ	σ	α	
2		Valore di mercato	Beta β	Duration Modificata	Volatilità	99,00%	VaR
3	Azioni	147.600	0,441		16,00%	2,326	24.228
4	Obbligazioni	1.012.500		3,810	0,47%	2,326	42.358
5							

Ecco come su Ms Excel viene calcolato il VaR delle due differenti tipologie di titoli.

Nei titoli azionari il VaR viene rappresentato dal prodotto tra

$$\text{VaR} = \text{VM} \cdot \beta \cdot \sigma \cdot \alpha$$

Mentre nei titoli obbligazionari il VaR viene rappresentato dal prodotto tra

$$\text{VaR} = \text{VM} \cdot \text{Dm} \cdot \sigma \cdot \alpha$$

2.4.1 VaR di una posizione soggetta a due fattori di rischio

Nel caso di una posizione soggetta a due fattori di rischio Z e q.

$$VaR_i = \alpha \cdot VM_i \cdot \sqrt{\sum_{z=1}^M \sum_{q=1}^M \delta_{iz} \cdot \delta_{iq} \cdot \sigma_{z,q}}$$

$$\alpha \cdot VM_i \cdot \sqrt{\delta_{iz}^2 \sigma_z^2 + \delta_{iq}^2 \sigma_q^2 + 2 \delta_{iz} \delta_{iq} \sigma_{z,q}}$$

Dove:

Z e q sono due fattori di rischio di mercato rilevanti per i

$\delta_{i,z}$ è il coefficiente di sensitività di i al fattore z

$\delta_{i,q}$ è il coefficiente di sensitività di i al fattore q

VM_i è il valore di mercato della posizione i

σ_z è la volatilità dei rendimenti del fattore z

σ_q è la volatilità dei rendimenti del fattore q

$\sigma_{z,q}$ è la covarianza dei rendimenti tra i fattori di rischio z e q

2.4.2 Stima del VaR di titoli obbligazionari

Prima di procedere con il calcolo del VaR occorre valutare i fattori di rischio dei titoli obbligazionari. Nel settore dei Bond è senza dubbio importante prendere in considerazione il rischio di tasso, la duration modificata ed il fattore di volatilità dei tassi.

In caso di obbligazioni in valuta occorre considerare anche il rischio di cambio.

Poiché la variazione del valore di mercato di una obbligazione è dato dal prodotto tra capitale, duration modificata e variazione del rendimento abbiamo:

$$\Delta VM = - VM \cdot DM \cdot \Delta r$$

dove:

ΔVM è la variazione del valore di mercato dell'obbligazione

VM è il valore di mercato corrente dell'obbligazione

DM è la Duration modificata, come $D/(1+y)$

Δr è la variazione assoluta del rendimento

Per il calcolo del VaR dobbiamo sostituire la variazione assoluta di rendimento con la volatility del rendimento.

$$VaR = VM \cdot \delta \cdot \alpha \cdot \sigma$$

dove:

δ è la Duration Modificata

σ è la volatilità dei tassi

$$VaR = \alpha \cdot VM \cdot D / (1 + R) \cdot \sigma \text{ tassi}$$

Quindi il VaR di una obbligazione è stimato come prodotto di 3 elementi:

- Il valore di mercato della posizione sommato al rateo della cedola (VM tel quel).
- La sensibilità del valore di mercato della posizione al variare del fattore di mercato (δ) Duration modificata.
- La potenziale variazione sfavorevole del fattore di mercato, ottenuta come prodotto fra la volatilità stimata di tale fattore di mercato (σ) e il fattore scalare α corrispondente al livello di confidenza desiderato.

2.4.3 VaR di titoli obbligazionari con cedola su foglio Ms Excel

Prendiamo in considerazione il seguente titolo:

BTP. Mz 15/09/22 1.45%

Il fattore di rischio è il tasso di rendimento

Il coefficiente di sensibilità a questo fattore di rischio è δ = Duration Modificata.

Valore nominale: 1 milione di euro

VM tel quel: 101,25 %

Duration mod: 3,810 (calcolata sul foglio Excel del paragrafo precedente)

Orizzonte temporale: 1 giorno

Volatilità giornaliera del tasso: 0,46 %

Intervallo di confidenza: 99% (fattore scalare 2,326)

$$\text{VaR (99\%)} = 2,326 \cdot 1 \text{ mln.} \cdot 101,25\% \cdot 3,810 \cdot 0,00472 = 42376 \text{ euro}$$

Con una probabilità del 99%, il massimo della perdita nella giornata è di 42.376 Euro.

	A	B	C
1	Calcolo del VaR con metodo parametrico		
2	Btp.St 15-09-22 1.45%		
3	Valore Nominale	1.000.000	
4	Valore di Mercato TQ	101,25%	
5	Duration Modificata	3,810	
6	Volatilità annua 2018	7,496	
7	Livello di confidenza	99,00%	
8	Deviazione standard	0,472%	
9	Fattore scalare	2,326	
10	VaR	42.376	

In questo caso il coefficiente di sensibilità viene rappresentato dalla Duration Modificata.

2.4.4 VaR di titoli ZCB su foglio Ms Excel

Stima del VaR di un titolo ZCB Zero coupon in Dollari Usa

Il fattore di rischio è il tasso di cambio Euro/USD

Il coefficiente di sensibilità a questo fattore di rischio è $\delta=1$

VM in euro 100.000

Volatilità giornaliera tasso di cambio Eur/Usd 0,72

Livello di confidenza 98,0%

$$\text{VaR (98\%)} = 2,054 \cdot 100.000 \cdot 0,0072 = 1.479 \text{ euro}$$

	A	B	C
1	Calcolo del VaR con metodo parametrico		
2	ZCB in UsD		
3	Valore Nominale	100.000	
4	Valore di Mercato TQ	100,00%	
5	Coeff. Sensibilità	1,000	
6	Volatilità del tasso Eur/Usd	0,72%	
7	Livello di confidenza	98,00%	
8	Fattore scalare	2,054	
9	VaR	1.479	
10			

Il limite di questa metodologia è rappresentato dall'ipotesi di normalità di tutti i parametri del modello sottostante, ipotesi che quasi mai si adatta fedelmente alla reale situazione da considerare.

2.4.5 VaR di titoli azionari su foglio Excel

Ipotizziamo di voler calcolare il VaR di 100 azioni **Fiat Chrysler Automobiles (FCA)** conoscendone la quotazione di un certo giorno e la volatilità annua.

Prezzo di chiusura del titolo il **21/01/2019** è di **14,76** VM= 1.476 Euro

Volatilità annua nel 2018 del titolo FCA **37,48**

Fattore Beta 1

Livello di confidenza 99%

Periodo di 1 giorno

$$\text{Volatilità giornaliera (Deviazione standard)} = \sigma_g = \frac{37,48}{\sqrt{252}}$$

$$\text{VaR} = 2,326 \cdot 1 \cdot 1.476 \cdot 0,0016 = 549,3 \text{ Euro}$$

Eseguiamo lo stesso calcolo su foglio Ms Excel su quantitativo simbolico 1 azione:

	A	B	C
1	Calcolo del VaR con metodo parametrico		
2	Fiat Chrysler Automobiles (FCA) 21/01/19		
3	Prezzo di chiusura	14,76	
4	Volatilità annua 2018	37,48	
5	Numero azioni	1	
6	Livello di confidenza	99,00%	
7	Beta	1	
8	Deviazione Standard (Vol. giornaliera)	2,361	
9	Volatilità giornaliera in %	16,0%	
10	Fattore scalare	2,326	
11	Capitale iniziale	14,76	
12	V.a.R. 1 giorno	5,493	

tomobiles

Ultimo aggiornamento: 22/01/2019 15.42

Possiamo verificare la bontà della procedura confrontando i risultati con quelli presenti sul sito Teleborsa.

Link in sitografia

Scheda	Grafico avanzato	Profilo so
Dati di mercato		
Chiusura precedente		14,762
Deviazione Standard		2,361
Value at Risk		5,494
Volatilità annuale		37,487

2.4.6 VaR di posizioni non lineari

Fanno parte della categoria delle posizioni non lineari le situazioni di portafoglio che hanno titoli il cui valore non varia in modo lineare rispetto alle variabili di mercato.

Il caso tipico è quello del rendimento delle opzioni.

Il documento RiskMetrics suggerisce due metodologie per valutare il VaR di posizioni non lineari, l'approssimazione analitica e la simulazione Monte Carlo.

Approfondiremo quest'ultima più in avanti, mentre riguardo il metodo analitico RiskMetrics suggerisce un paio di alternative.

Il più semplice, *delta approximation*, consiste nell'approssimare la variazione del valore di una opzione come se variasse in modo lineare.

$$\delta = \frac{\Delta C}{\Delta S}$$
$$\Delta C \approx \delta \Delta S$$

$$C \approx C_0 + \delta (S - S_0) = k + S\delta$$

Poiché k è trascurabile perché costante

$$\text{VaR}^C = \delta \text{VaR}^S = \delta (Z_{1-\alpha} \sigma S \sqrt{N})$$

Volendo ad esempio calcolare il VaR di un'opzione su azioni Fiat Chrysler Automobiles (FCA), calcoleremo il VaR dell'azione sottostante moltiplicato per il delta delle opzioni rispetto al titolo.

Prezzo di chiusura del titolo il 21/01/2019 è di 14,76.

Livello di confidenza 99%

Volatilità giornaliera del titolo FCA 0,16%

Periodo di 10 giorni lavorativi

Il delta delle opzioni rispetto al prezzo del titolo è $\delta=0,5$

$$\text{VaR}=2,33 \cdot 14,76 \cdot 0,0016 \cdot \delta \cdot \sqrt{10}= 1,30 \text{ Euro}$$

2.4.7 La stima del Var di un portafoglio

Possiamo calcolare il VaR di un portafoglio come una funzione che tiene conto dei seguenti parametri: I valori di mercato e le sensibilità delle singole posizioni, la volatilità delle singole posizioni e le correlazioni fra i rendimenti degli N fattori di mercato.

Ad esempio, su due posizioni:

$$\mathbf{VaR}_p = \sqrt{\mathbf{VaR}_1^2 + \mathbf{VaR}_2^2 + 2 \cdot \rho_{1,2} \cdot \mathbf{VaR}_1 \cdot \mathbf{VaR}_2}$$

dove:

\mathbf{VaR}_p è il VaR dell'intero portafoglio;

\mathbf{VaR}_1 è il VaR relativo alla prima esposizione;

\mathbf{VaR}_2 è il VaR relativo alla seconda esposizione;

ρ è il coefficiente di correlazione dei *risk factors* delle due posizioni, dato dal rapporto tra la covarianza dei due fattori di rischio e il prodotto delle loro deviazioni standard.

In un portafogli con N posizioni:

$$\mathbf{VaR}_p = \sqrt{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (VM_i \cdot \delta_i \cdot \alpha \cdot \sigma_i) \cdot (VM_j \cdot \delta_j \cdot \alpha \cdot \sigma_j) \cdot \rho_{ij}}$$

con ρ_{ij} = correlazione tra i e j

Esempio: 2 titoli azionari A e B

Valore di mercato: A = 500 milioni euro; B = 100 milioni euro

Deviazione standard giornaliera: A= 2%; B= 3%

Coefficiente di correlazione = 0,6

Livello di confidenza: 97,7% (parametro alfa = 2)

$$\mathbf{VaR}_{a;b} = \sqrt{(500 \cdot 2 \cdot 2\%)^2 + (100 \cdot 2 \cdot 3\%)^2 + 2 \cdot (500 \cdot 2 \cdot 2\%) \cdot (100 \cdot 2 \cdot 3\%) \cdot 0,6} = 24.000.000$$

Per trattare un portafoglio composto da più di 2 titoli, bisogna far ricorso all'algebra matriciale:

$$\mathbf{VaR(p)} = \sqrt{\mathbf{V}^T \cdot \mathbf{C} \cdot \mathbf{V}}$$

2.5 La mappatura dei flussi

Può accadere che le posizioni di un portafoglio abbiano un valore di mercato che risulta funzione di più variabili di rischio.

Occorre in questo caso eseguire un processo di mappatura dei fattori che influenzano la posizione eseguendone una scomposizione nelle relative componenti elementari.

Una volta scelto il fattore di rischio, i flussi del portafoglio sono collocati su una griglia standard di scadenze e, mediante interpolazione lineare o quadratica vincolata a un set di condizioni, i flussi con scadenza non coincidente con i vertici sono attribuiti tra due scadenze intermedie.

Il VaR relativo alla scadenza j sarà:

$$\mathbf{VaR}_j = \mathbf{k} \cdot (\mathbf{VM}_j \cdot \mathbf{MD}_j \cdot \mathbf{r}_j \cdot \mathbf{\sigma}_{rj})$$

Dove:

\mathbf{VM}_j è il valore di mercato del j -esimo cash-flow

\mathbf{MD}_j è la relativa Duration modificata

\mathbf{r} sono il tasso d'interesse

$\mathbf{\sigma}_{rj}$ è la volatilità del tasso di interesse

Il VaR del portafoglio sarà quindi il risultato dell'interazione tra le volatilità di tasso relative alle varie scadenze (r_{rj} , r_{rk}) e le correlazioni (ρ_{jk}) tra i tassi lungo i *vertices* della curva di rendimento (yield curve), ossia:

$$\text{VaR} = k \cdot \sqrt{\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^n (VM_j \cdot MD_j \cdot r_j \cdot \sigma_{rj})(VM_k \cdot MD_k \cdot r_k \cdot \sigma_{rk}) \cdot \rho_{jk}}$$

Il VaR, dunque, dipende dalle variabilità originate da ciascun cash flow (MD * volatilità del tasso) e dai coefficienti di correlazione ρ_{jk} , che, in questo caso, misurano le correlazioni esistenti tra le variazioni dei tassi riferite ai diversi *vertices* e l'effetto di diversificazione generato dalla composizione del portafoglio.

Si comprende quanto possa risultare complessa nei portafogli ampi e diversificati l'identificazione della mappatura dei fattori di rischio.

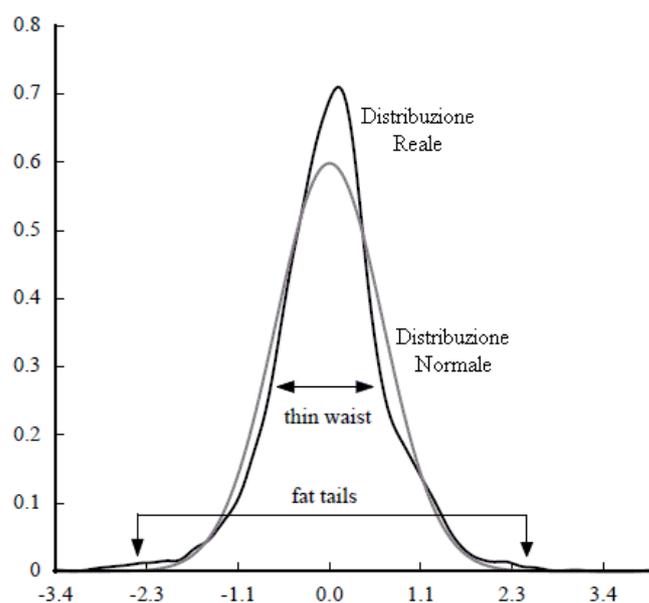
2.6 Curtosi e *fat tails* nel VaR

Il metodo parametrico è indipendente dall'oggetto a cui è applicato. Abbiamo visto che è stato ideato per misurare, confrontare ed aggregare il rischio di prodotti diversi. E' in grado, quindi, di misurare la variabilità dei rendimenti delle attività finanziarie, nel periodo di riferimento, permettendo una corretta allocazione del capitale nella fascia rischio-rendimento desiderata.

D'altro canto però richiede l'utilizzo di informazioni passate; i fattori di volatilità storici, la sensibilità alle variazioni del mercato assunte in precedenza.

Inoltre, la distribuzione normale delle variazioni dei rendimenti è una ipotesi teorica e semplificata del "reale" andamento delle attività finanziarie.

I rendimenti delle attività finanziarie, nella realtà, mostrano code più spesse (*fat tails*) nella

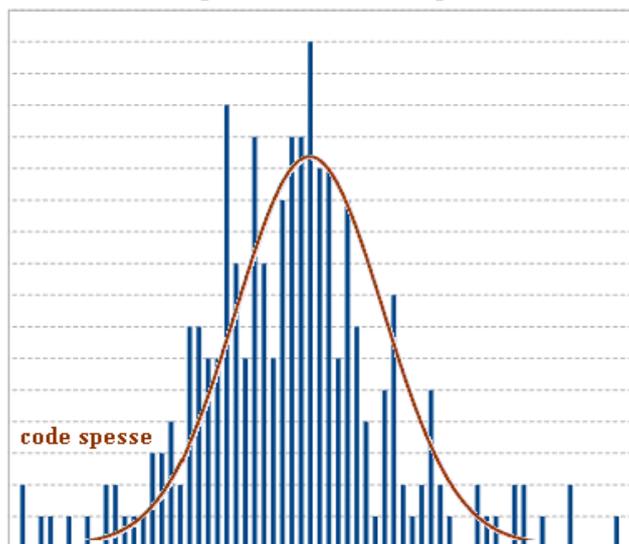


Fonte: Riskmetrics

estrema destra e sinistra della distribuzione, rispetto ad una curva normale teorica, presentando numerosi valori cosiddetti outliers.

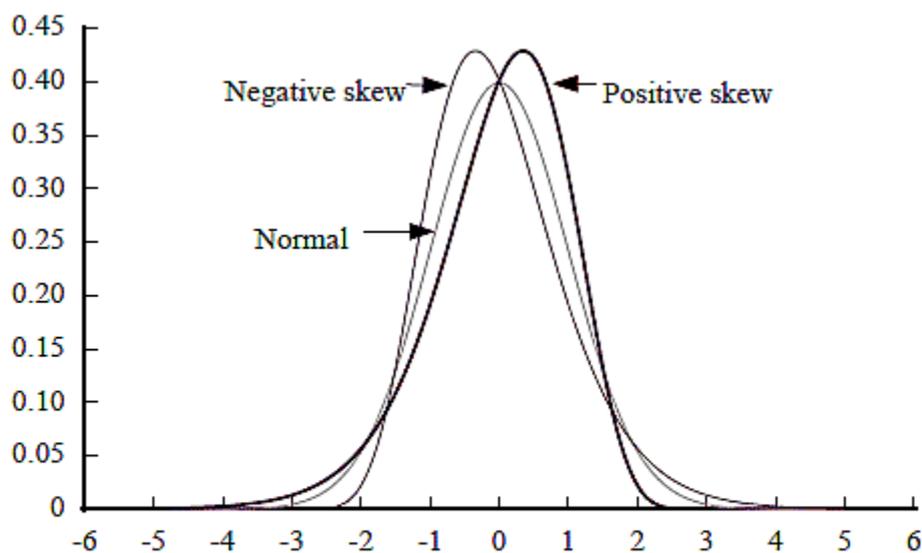
Variazioni di prezzo lontane dal valore medio hanno, nella realtà, una maggiore probabilità di verificarsi rispetto a quanto implicitamente previsto con una distribuzione normale. Questa caratteristica prende il nome di curtosi.

Un valore di curtosi positivo indica la presenza di code spesse.



Fonte: Elaborazione personale

Differenze tra la curva di distribuzione normale e quella reale dei rendimenti sono presenti anche nel picco intorno alla media della distribuzione che è più elevato nella curva reale. Questa caratteristica viene chiamata leptocurtosi;



Fonte: Riskmetrics

Standard deviation

Anche la distribuzione dei rendimenti è spesso non simmetrica intorno alla media, ovvero si riscontrano più osservazioni nella metà sinistra della curva (*positive skewness*) rispetto al numero di osservazioni rilevate nella parte destra (*negative skewness*).

CAPITOLO 3

I metodi di simulazione

Abbiamo visto le problematiche presentate dal metodo parametrico di stima del VaR.

Un approccio notevolmente differente viene dall'utilizzo dei metodi di simulazione.

Essi prendono in considerazione la valutazione piena (full valuation), ovvero, la rivalutazione del valore di mercato delle posizioni viene calcolato sulla base delle condizioni simulate dei fattori di mercato.

La valutazione piena supera il problema della non-linearità delle relazioni di pricing che legano tra di loro le variazioni di prezzo degli strumenti in portafoglio alle variazioni dei fattori di mercato, restituendo variazioni del valore del portafoglio vere e non approssimate.

Nei metodi di simulazione viene utilizzata la logica del percentile.

Il VaR è stimato tagliando la distribuzione empirica di probabilità delle variazioni di valore del portafoglio al percentile di confidenza desiderato ²⁴.

Inoltre, nei metodi di simulazione non viene presa in considerazione l'ipotesi di normalità della distribuzione dei rendimenti di mercato, aspetto senza dubbio positivo dato che la distribuzione effettiva dei rendimenti dei fattori di mercato è in realtà caratterizzata da code spesse e da un livello di curtosi superiore a quello di una distribuzione normale.

²⁴ Andrea Resti, Andrea Sironi, *Rischio e valore nelle banche. Misura, regolamentazione, gestione*, Milano, Egea, 2008

3.1 Il Metodo della simulazione storica

Questo metodo, detto anche metodo non parametrico, ipotizza che il comportamento dei rendimenti passati si riproporrà in futuro, o meglio ipotizza che la distribuzione delle variazioni dei fattori di rischio sia stabile nel tempo.

Le simulazioni storiche generano gli scenari relativi ai fattori di rischio a partire dalla distribuzione empirica delle variazioni passate dei fattori di mercato.

La costruzione della variazione del valore del portafoglio viene effettuata, dopo aver generato una distribuzione di probabilità degli N possibili valori futuri del portafoglio, in base a dati storici e non in base a delle ipotesi sulla distribuzione dei rendimenti.

Il VaR viene stimato tagliando tale distribuzione in corrispondenza del percentile associato al livello di confidenza desiderato.

La procedura si compone in 5 fasi:

- 1) Selezione di un campione di rendimenti dei fattori di mercato rilevanti, relativo a un determinato periodo storico.
- 2) Calcolo della rivalutazione della posizione in corrispondenza di ognuno dei valori storici dei rendimenti del fattore di mercato.
- 3) Ricostruzione della distribuzione empirica di frequenza dei valori della posizione così ottenuti.
- 4) Taglio della distribuzione in corrispondenza del percentile relativo al livello di confidenza desiderato.
- 5) La differenza tra tale percentile ed il valore corrente del portafoglio rappresenta il VaR

Quindi occorre, innanzi tutto, costruire un database dei prezzi per ogni istante temporale del periodo di osservazione prescelto. Successivamente occorre rivalutare il portafogli, per ogni istante temporale, in modo da pervenire ad una serie storica dei valori dello stesso.

Si ottiene quindi una serie di P&L²⁵ (Profit and Loss)

$$(\Delta VM_1 = VM_1 - VM_0)$$

Ottenuti questi valori occorre ordinarli dalla peggiore perdita al migliore profitto, realizzando, quindi, una distribuzione empirica delle variazioni di valore del portafoglio.

L'intervallo di confidenza desiderato, nel caso del metodo della simulazione storica, si ottiene individuando direttamente lo specifico percentile, nel senso che la distribuzione dei P&L storici viene posizionata al percentile corrispondente al livello di confidenza prescelto.

Il VaR del portafoglio corrisponderà al valore di P&L posizionato.

Ad esempio 10.000 simulazioni VaR 97% di confidenza = 300esima peggiore.

Ad esempio 500 simulazioni VaR 99% di confidenza = 5° variazione negativa.

I vantaggi del metodo non parametrico sono la sua semplicità, l'assenza di calcoli della matrice di varianza e covarianza, l'assenza di ipotesi di distribuzione normale.

Prendendo in considerazione direttamente i prezzi non è prevista la stima di tutti gli indicatori intermedi, come correlazioni e volatilità, non fissando alcun modello distributivo, consente di superare i limiti imposti dall'ipotesi di normalità dei rendimenti.

Nelle posizioni che hanno un comportamento probabilistico stabile nel tempo, il modello delle simulazioni storiche fornisce indicazioni più precise rispetto ai modelli parametrici.

Anche nei portafogli complessi con prodotti derivati e con titoli strutturati la misurazione del VaR risulta più agevole ed affidabile.

²⁵Andrea Resti, Andrea Sironi, *Rischio e valore nelle banche. Misura, regolamentazione, gestione*, Milano, Egea, 2008

3.1.1 Metodo della Simulazione Storica su Ms Excel

Facciamo riferimento alle quotazioni giornaliere del titolo Fiat Chrysler Automobiles (FCA.MI) dal 01/02/2018 al 31/01/2019.

Nella prima fase creiamo un database con le variazioni giornaliere di prezzo di un portafoglio per un intero anno, pari a 252 giorni/campi.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	VaR Simulazione Storica 2018/2019							
2	Fiat Chrysler Automobiles NV (FCA.MI)							
3							Dati	252
4	Data	Chiusura	Variaz.	gg				
5	2018-02-01	19,234	0,00%	252				
6	2018-02-02	18,792	-2,30%	251				
7	2018-02-05	18,110	-3,63%	250				
8	2018-02-06	17,660	-2,48%	249				
9	2018-02-07	18,856	6,77%	248				
10	2018-02-08	17,946	-4,83%	247				
11	2018-02-09	17,416	-2,95%	246				
12	2018-02-12	17,650	1,34%	245				
13	2018-02-13	17,292	-2,03%	244				
14	2018-02-14	17,700	2,36%	243				
15	2018-02-15	17,800	0,56%	242				
16	2018-02-16	18,156	2,00%	241				
17	2018-02-19	17,820	-1,85%	240				
18	2018-02-20	18,040	1,23%	239				
19	2018-02-21	18,126	0,48%	238				
20	2018-02-22	17,764	-2,00%	237				
21	2018-02-23	17,620	-0,81%	236				
22	2018-02-26	17,524	-0,54%	235				
23	2018-02-27	17,756	1,32%	234				
24	2018-02-28	17,572	-1,04%	233				

Nella seconda fase ordiniamo i risultati dalla perdita peggiore al profitto migliore.

Scegliamo il livello di confidenza, ad esempio 97%.

Su un database di 252 campi il VaR sarà la 8° peggiore perdita (252-(97% di 252)).

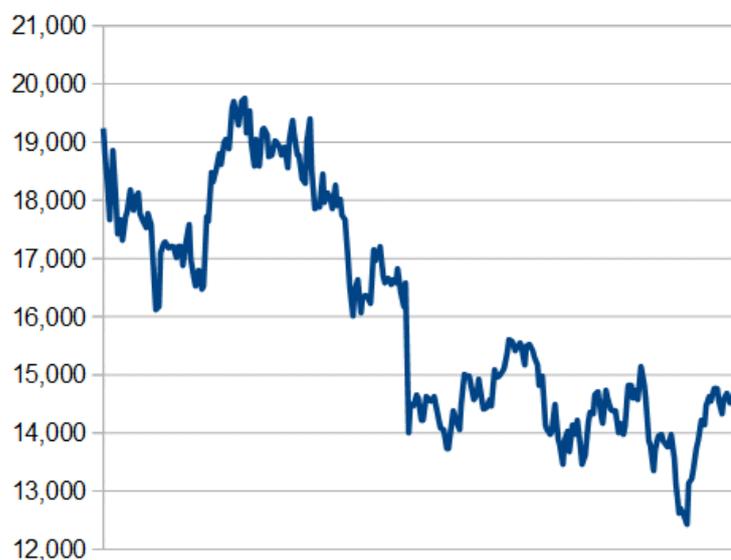
Nel VaR con livello di confidenza del 98,50% la posizione sarà la 4° peggiore perdita.

Infine abbiamo calcolato la deviazione standard e quindi eseguito un confronto con il VaR ottenuto con il metodo parametrico.

	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	VaR Simulazione Storica 2018/2019							
2	Fiat Chrysler Automobiles NV (FCA.MI)							
3								
4	Data	Variaz.	t					
5	2018-07-25	-15,50%	1					
6	2018-03-02	-5,72%	2		Var	Liv.Conf.	Riga	VaR
7	2018-10-10	-5,55%	3		simulazione storica	98,50%	4	5,10%
8	2018-12-06	-5,10%	4			97,00%	8	4,17%
9	2018-02-08	-4,83%	5					
10	2018-06-01	-4,53%	6		Deviazione Standard	2,36%		
11	2018-10-17	-4,19%	7					
12	2018-06-21	-4,17%	8					
13	2018-12-27	-3,86%	9		Var	98,50%		5,11%
14	2018-02-05	-3,63%	10		Parametrico	97,00%		4,43%
15	2018-06-04	-3,63%	11					
16	2018-06-28	-3,47%	12		Curtosi in eccesso	67,36%		
17	2018-03-22	-3,39%	13					
18	2018-10-30	-3,22%	14					
19	2018-12-21	-3,19%	15		Asimmetria	68,10%		
20	2018-12-10	-3,14%	16					
21	2018-06-25	-3,08%	17					
22	2018-07-11	-3,05%	18					
23	2018-04-25	-3,04%	19					
24	2018-12-20	-2,99%	20					
25	2018-02-09	-2,95%	21					

Il grafico con l'andamento annuale del titolo Fiat Chrysler Automobiles²⁶ elaborato nel foglio Ms Excel precedente.

	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB
1	VaR Simulazione Storica 2018/2019							
2	Fiat Chrysler Automobiles NV (FCA.MI)							
3								
4								
5								
6	Var	Liv.Conf.	VaR					
7	simulazione	98,50%	5,10%					
8	storica	97,00%	4,17%					
9								
10	Deviazione							
11	Standard	2,36%						
12								
13	Var	99,00%	5,48%					
14	Parametrico	97,00%	4,43%					
15								
16	Curtosi in							
17	eccesso	67,36%						
18								
19	Asimmetria	68,10%						
20								
21								



²⁶ Elaborazione grafica dell'autrice su dati prelevati dal sito internet Yahoo Finanza - economia e finanza, borsa, quotazioni, notizie.

3.1.2 Metodo della Simulazione Storica posizione lunga e corta su Ms Excel

Prendiamo in considerazione le quotazioni giornaliere del titolo azionario Telecom Italia spa (TIT.MI) dal 01/02/2018 al 31/01/2019. Nella prima fase creiamo un database con le variazioni giornaliere di prezzo di un portafoglio per un intero anno, pari a 252 giorni/campi.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	VaR Simulazione Storica 2018/2019							
2	Fiat Chrysler Automobiles NV (FCA.MI)							
3						99,00%	Dati	252
4	Data	Chiusura	Variaz.	gg	ALT-F6 per eseguire la macro			
5	2018-02-01	19,234	0,00%	252				
6	2018-02-02	18,792	-2,30%	251				
7	2018-02-05	18,110	-3,63%	250				
8	2018-02-06	17,660	-2,48%	249				
9	2018-02-07	18,856	6,77%	248				
10	2018-02-08	17,946	-4,83%	247				
11	2018-02-09	17,416	-2,95%	246				
12	2018-02-12	17,650	1,34%	245				
13	2018-02-13	17,292	-2,03%	244				
14	2018-02-14	17,700	2,36%	243				
15	2018-02-15	17,800	0,56%	242				
16	2018-02-16	18,156	2,00%	241				
17	2018-02-19	17,820	-1,85%	240				
18	2018-02-20	18,040	1,23%	239				
19	2018-02-21	18,126	0,48%	238				
20	2018-02-22	17,764	-2,00%	237				
245	2019-01-16	14,608	1,18%	12				
246	2019-01-17	14,540	-0,47%	11				
247	2019-01-18	14,750	1,44%	10				
248	2019-01-21	14,762	0,08%	9				
249	2019-01-22	14,520	-1,64%	8				

Per semplicità sono state nascoste le righe da 20 a 245.

Nella seconda fase ordiniamo i risultati dalla perdita peggiore al profitto migliore.

Scegliamo il livello di confidenza, ad esempio 98,50%.

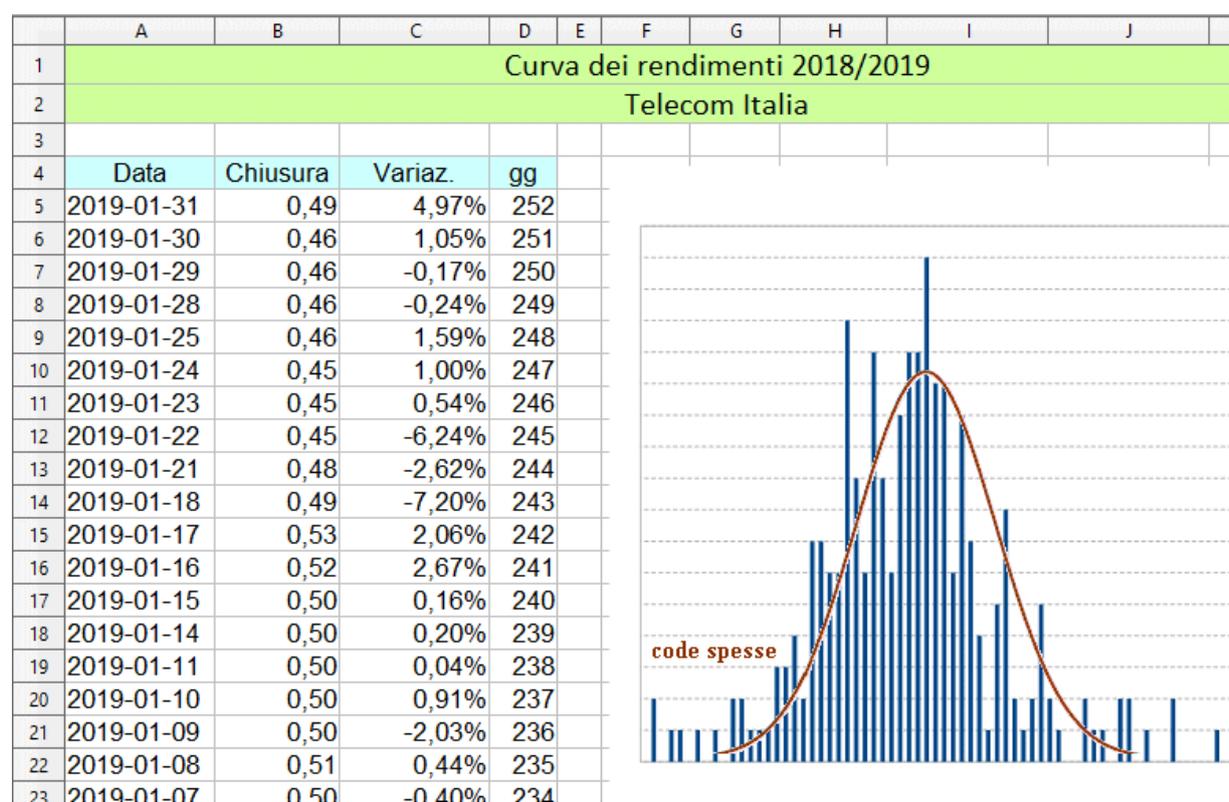
Su un database di 252 campi il VaR di una posizione lunga sarà la 4° peggiore perdita.

Il VaR di una posizione corta sarà la 248° riga o la 4° dal basso.

	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	VaR Simulazione Storica 2018/2019							
2	Telecom Italia S.P.A. (TIT.MI)							
3								
4	Data	Variaz.	t					
5	2019-01-18	-7,20%	1					
6	2019-01-22	-6,24%	2			Liv.Conf.	Riga	VaR
7	2018-09-04	-5,41%	3		Posizione	98,50%	4	5,30%
8	2018-10-01	-5,30%	4		Lunga	97,00%	8	4,04%
9	2018-11-09	-4,83%	5					
10	2018-12-20	-4,59%	6					
11	2018-05-16	-4,09%	7					
12	2018-09-28	-4,04%	8					
13	2018-05-10	-3,86%	9					
14	2018-12-21	-3,81%	10					
246	2018-11-19	3,95%	242			Liv.Conf.	Riga	VaR
247	2018-09-17	4,01%	243		Posizione	98,50%	248	4,99%
248	2018-10-29	4,36%	244		Corta	97,00%	244	4,36%
249	2018-11-26	4,61%	245					
250	2018-03-08	4,63%	246					
251	2019-01-31	4,97%	247					
252	2018-07-27	4,99%	248					
253	2018-04-05	5,22%	249					
254	2018-03-06	5,95%	250					
255	2018-02-07	5,97%	251					
256	2018-04-06	6,94%	252					

Elaborando ulteriormente il foglio precedente abbiamo ottenuto il grafico con la curva dei rendimenti del titolo Telecom Italia dal 1/02/2018 al 31/01/2019.

In rosso la curva della distribuzione normale dalla quale si evince che la curva del titolo Telecom presenta Fat tails (code spesse).



3.1.3 Metodo della Simulazione Storica di un portafoglio su Ms Excel

Ipotizziamo un portafoglio titoli che comprende in egual valore azioni Telecom Italia, Fiat, Eni e prendiamo in considerazione le quotazioni giornaliere dal 01/02/2018 al 31/01/2019.

La colonna “Media” contiene il rendimento medio dei tre titoli.

	A	B	C	D	E	F	G	
1	VaR Simulazione Storica 2018/2019							
2	Portafogli formato in egual misura da Telecom Eni Fiat							
3						Dati	252	
4	Data	Telecom	Eni	Fiat	Media			
5	2018-02-01	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%			
6	2018-02-02	-1,14%	-1,66%	-2,30%	-1,70%			
7	2018-02-05	-2,40%	-1,35%	-3,63%	-2,46%			
8	2018-02-06	-1,70%	-2,83%	-2,48%	-2,34%			
9	2018-02-07	5,97%	1,64%	6,77%	4,79%			
10	2018-02-08	-1,64%	-2,20%	-4,83%	-2,89%			
11	2018-02-09	-1,49%	-2,00%	-2,95%	-2,15%			
12	2018-02-12	0,54%	0,63%	1,34%	0,84%			
13	2018-02-13	-2,65%	-0,96%	-2,03%	-1,88%			
14	2018-02-14	0,58%	0,64%	2,36%	1,20%			
246	2019-01-17	2,06%	-0,43%	-0,47%	0,39%			
247	2019-01-18	-7,20%	2,74%	1,44%	-1,00%			
248	2019-01-21	-2,62%	-0,42%	0,08%	-0,99%			
249	2019-01-22	-6,24%	-0,48%	-1,64%	-2,79%			
250	2019-01-23	0,54%	-1,11%	-1,32%	-0,63%			
251	2019-01-24	1,00%	0,70%	1,55%	1,08%			
252	2019-01-25	1,59%	1,08%	0,71%	1,13%			
253	2019-01-28	-0,24%	-0,96%	-1,11%	-0,77%			
254	2019-01-29	-0,17%	0,62%	0,04%	0,16%			
255	2019-01-30	1,05%	0,84%	1,32%	1,07%			
256	2019-01-31	4,97%	1,11%	1,55%	2,54%			
257								

Ordiniamo i risultati dalla perdita peggiore al profitto migliore.

Anche in questo caso il VaR corrispondente ai differenti livelli di confidenza è ottenuto seguendo la logica del percentile.

Quindi su un database di 252 campi il VaR di una posizione lunga sarà la 4° peggiore perdita.

Il VaR di una posizione corta sarà la 248° riga o la 4° dal basso.

	I	J	K	L	M	N	O	P
1	VaR Simulazione Storica 2018/2019							
2	Portafogli formato in egual misura da Telecom Eni Fiat							
3								
4	Data	Variaz.	t					
5	2018-07-25	-4,69%	1					
6	2018-12-06	-3,77%	2			Liv.Conf.	Riga	VaR
7	2018-12-27	-3,13%	3	Posizione Lunga		98,50%	4	3,07%
8	2018-03-02	-3,07%	4			97,00%	8	2,78%
9	2018-02-08	-2,89%	5					
10	2018-12-20	-2,82%	6					
11	2019-01-22	-2,79%	7					
12	2018-11-09	-2,78%	8					
13	2018-06-21	-2,62%	9					
14	2018-09-28	-2,54%	10					
246	2018-12-11	2,17%	242			Liv.Conf.	Riga	VaR
247	2018-05-04	2,26%	243	Posizione Corta		98,50%	248	3,51%
248	2018-04-03	2,27%	244			97,00%	244	2,27%
249	2018-05-30	2,37%	245					
250	2018-10-29	2,53%	246					
251	2019-01-31	2,54%	247					
252	2019-01-04	3,51%	248					
253	2018-03-06	3,71%	249					
254	2018-11-26	3,75%	250					
255	2018-04-05	4,06%	251					
256	2018-02-07	4,79%	252					

3.1.4 Gli aspetti negativi del metodo della simulazione storica

Tra gli aspetti negativi del metodo storico rientra il fatto che i risultati ottenuti abbiano una forte dipendenza dall'intervallo temporale scelto, il quale può modificare in maniera sensibile i risultati stessi. Bisogna poter disporre di un archivio storico dei prezzi delle posizioni in portafoglio quanto più dettagliato ed aggiornato, con moltissimi dati e la fiducia nell'ipotesi che le situazioni passate possano riproporsi in futuro.

Inoltre, il metodo ipotizza la stabilità temporale della distribuzione storica dei fattori di mercato, ovvero che i dati della serie siano indipendenti e identicamente distribuiti. Nella realtà la distribuzione congiunta non osservabile dei rendimenti dei fattori di mercato cambia nel tempo.

Affinché la stima del VaR sia attendibile occorre un elevato quantitativo di dati in particolare se il livello di confidenza ha un valore alto.

Su un quantitativo di 100 dati con un livello di confidenza 99% il quantile verrebbe posizionato al 99-esimo elemento con un solo valore utile.

D'altra parte, non è nemmeno possibile allontanarsi troppo nel tempo per incrementare la lunghezza della serie storica di riferimento, perché si rischia di utilizzare dati obsoleti.

Quest'ultima problematica è stata risolta con l'approccio ibrido illustrato nei paragrafi successivi.

3.1.5 Confronto tra la simulazione storica ed il metodo parametrico

La prima considerazione riguarda le variazioni eccessive di valore della posizione.

Nella distribuzione normale sono praticamente impossibili variazioni molto elevate come ad esempio il ribasso in una sola giornata del 15,50 % del titolo Fiat il 25/07/2018.

Al contrario la simulazione storica prende in considerazione anche queste situazioni.

Confrontando la distribuzione storica dei rendimenti e la distribuzione normale con media nulla si osserva che, per intervalli di confidenza sufficientemente ampi, la simulazione storica consente di rilevare le cosiddette code spesse (fat tails). Confermate dal valore curtosi.

	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	VaR Simulazione Storica 2018/2019							
2	Fiat Chrysler Automobiles NV (FCA.MI)							
3								
4	Data	Variaz.	t					
5	2018-07-25	-15,50%	1					
6	2018-03-02	-5,72%	2		Var	Liv.Conf.	Riga	VaR
7	2018-10-10	-5,55%	3		simulazione	98,50%	4	5,10%
8	2018-12-06	-5,10%	4		storica	97,00%	8	4,17%
9	2018-02-08	-4,83%	5					
10	2018-06-01	-4,53%	6		Deviazione	2,36%		
11	2018-10-17	-4,19%	7		Standard			
12	2018-06-21	-4,17%	8					
13	2018-12-27	-3,86%	9		Var	98,50%		5,11%
14	2018-02-05	-3,63%	10		Parametrico	97,00%		4,43%
15	2018-06-04	-3,63%	11					
16	2018-06-28	-3,47%	12		Curtosi in	67,36%		
17	2018-03-22	-3,39%	13		eccesso			
18	2018-10-30	-3,22%	14					
19	2018-12-21	-3,19%	15		Asimmetria	68,10%		
20	2018-12-10	-3,14%	16					
21	2018-06-25	-3,08%	17					
22	2018-07-11	-3,05%	18					
23	2018-04-25	-3,04%	19					
24	2018-12-20	-2,99%	20					
25	2018-02-09	-2,95%	21					

3.2 La Simulazione storica con approccio Ibrido

Nel 1998 Boudoukh, Richardson e Whitelaw proposero una soluzione ai problemi presentati dalla simulazione storica, introducendo il metodo ibrido. Attraverso questa metodologia i dati più obsoleti hanno un peso, una ponderazione, minore rispetto a quelli più recenti.

In questo modo ogni dato contribuisce alla determinazione del VaR in funzione della propria intensità e alla sua vicinanza temporale. L'approccio ibrido, quindi, cerca di combinare i pregi del metodo varianze covarianze e quello delle simulazioni storiche.

Anche in questo caso si utilizza una serie storica di riferimento ma viene attribuito un peso più elevato ai dati più vicini nel tempo.

A ogni dato viene assegnata una ponderazione tanto maggiore quanto più recente è l'osservazione. Date n osservazioni storiche, da $t-1$ a $t-n$

$$w_{t-i} = \frac{\lambda^i}{\sum_{i=1}^n \lambda^i} \quad \text{con} \quad 0 < \lambda < 1$$

Quanto minore è il valore di λ , tanto maggiore è la velocità di decrescita della ponderazione.

Il VaR viene ottenuto tagliando la distribuzione empirica in corrispondenza del valore a cui è associata una ponderazione cumulata corrispondente al livello di confidenza desiderato.

I singoli rendimenti non contribuiscono alla determinazione del VaR solo in funzione della relativa intensità, ma anche in base relativa lontana/vicinanza temporale

3.2.1 L'approccio Ibrido su Ms Excel

Facciamo riferimento alle quotazioni giornaliere del titolo ENI spa (ENI.MI) dal 01/02/2018 al 31/01/2019, pari a 252 osservazioni. Ad ogni osservazione viene associata una ponderazione che decresce in modo esponenziale, con un λ pari a 0,98.

Per semplicità le righe dalla 18 alla 248 sono state nascoste.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Calcolo del VaR metodo storico ibrido						1° Fase
2	ENI S.P.A. (ENI.MI)						
3							
4	Lambda	0,98					
5	Data	t - i		Variazione		Lambda λ	Pesi W_i $=(\lambda_i/\sum \lambda_i)$
6	2018-02-01	t - 252	14,590	0,00%	1	0,63%	0,01%
7	2018-02-02	t - 251	14,348	-1,66%	2	0,64%	0,01%
8	2018-02-05	t - 250	14,154	-1,35%	3	0,65%	0,01%
9	2018-02-06	t - 249	13,754	-2,83%	4	0,67%	0,01%
10	2018-02-07	t - 248	13,980	1,64%	5	0,68%	0,01%
11	2018-02-08	t - 247	13,672	-2,20%	6	0,69%	0,01%
12	2018-02-09	t - 246	13,398	-2,00%	7	0,71%	0,01%
13	2018-02-12	t - 245	13,482	0,63%	8	0,72%	0,01%
14	2018-02-13	t - 244	13,352	-0,96%	9	0,74%	0,01%
15	2018-02-14	t - 243	13,438	0,64%	10	0,75%	0,02%
16	2018-02-15	t - 242	13,504	0,49%	11	0,77%	0,02%
17	2018-02-16	t - 241	13,632	0,95%	12	0,78%	0,02%
249	2019-01-21	t - 9	14,546	-0,42%	244	85,08%	1,71%
250	2019-01-22	t - 8	14,476	-0,48%	245	86,81%	1,75%
251	2019-01-23	t - 7	14,316	-1,11%	246	88,58%	1,78%
252	2019-01-24	t - 6	14,416	0,70%	247	90,39%	1,82%
253	2019-01-25	t - 5	14,572	1,08%	248	92,24%	1,86%
254	2019-01-28	t - 4	14,432	-0,96%	249	94,12%	1,89%
255	2019-01-29	t - 3	14,522	0,62%	250	96,04%	1,93%
256	2019-01-30	t - 2	14,644	0,84%	251	98,00%	1,97%
257	2019-01-31	t - 1	14,806	1,11%	252	100,00%	2,01%

Nella seconda fase i dati vengono ordinati dal peggior ribasso al miglior rialzo.

Per ottenere il VaR occorre osservare la colonna dei pesi cumulati (M).

Il VaR, con livello di confidenza del 98,50%, è il valore della colonna K presente nella riga ove la colonna M ha per l'ultima volta un valore inferiore a 1,5% (100-98,5), quindi VaR 2,83%.

Il VaR del 98% è il valore della colonna K presente nella riga ove la colonna M ha per l'ultima volta un valore inferiore a 2% (VaR 2,60%).

	I	J	K	L	M	N	O	
1	Calcolo del VaR metodo storico ibrido						2° Fase	
2	ENI S.P.A. (ENI.MI)							
3								
4								
5	<i>Data</i>	<i>t - i</i>	<i>Variazione</i>	<i>Pesi Wi</i> <i>=(λi/Σλi)</i>	<i>Pesi cumula- ti (ΣWi)</i>			
6	2018-12-06	t - 36	-3,19%	0,99%	0,99%			
7	2018-05-21	t - 178	-3,19%	0,06%	1,05%			
8	2018-02-06	t - 249	-2,83%	0,01%	1,06%			
9	2018-10-11	t - 76	-2,75%	0,44%	1,50%			
10	2018-08-10	t - 119	-2,62%	0,19%	1,69%		VaR	
11	2018-06-08	t - 164	-2,60%	0,07%	1,76%	98,50%	2,83%	
12	2018-10-08	t - 79	-2,59%	0,42%	2,18%			
13	2018-05-08	t - 187	-2,57%	0,05%	2,23%			
14	2018-05-25	t - 174	-2,48%	0,06%	2,29%		VaR	
15	2018-06-15	t - 159	-2,30%	0,08%	2,37%	98,00%	2,60%	
16	2018-06-25	t - 153	-2,26%	0,09%	2,46%			
17	2018-02-08	t - 247	-2,20%	0,01%	2,48%			
249	2018-09-25	t - 88	2,43%	0,35%	96,15%			
250	2018-05-30	t - 171	2,62%	0,06%	96,21%			
251	2018-10-09	t - 78	2,63%	0,42%	96,64%			
252	2018-06-11	t - 163	2,67%	0,08%	96,71%			
253	2019-01-18	t - 10	2,74%	1,68%	98,39%			
254	2018-06-27	t - 151	2,76%	0,10%	98,49%			
255	2018-05-09	t - 186	2,77%	0,05%	98,54%			
256	2018-06-22	t - 154	3,13%	0,09%	98,63%			
257	2019-01-04	t - 20	3,61%	1,37%	100,00%			

3.3 Il Metodo della Simulazione Monte Carlo

Gli ambiti di applicazione del metodo Monte Carlo erano inizialmente legati al campo della matematica e della fisica nucleare. Le sue prime applicazioni moderne risalgono al progetto Manhattan, durante la seconda guerra mondiale, finalizzato alla realizzazione della prima bomba atomica. Occorreva un sistema di simulazione stocastica, ovvero un modello astratto in grado di replicare e riprodurre un sistema complesso che altrimenti non sarebbe stato possibile calcolare. Un esempio che illustra come possa una procedura stocastica risolvere complessi calcoli matematici è il seguente. Prendiamo un cartone quadrato di 1 metro per lato.

Eseguiamo una linea da un lato a quello opposto con andamento casuale e più “bizzarro” possibile.

Ipotizziamo di voler calcolare l'area della superficie al di sopra della linea e quella al di sotto della linea. La soluzione non sembra semplice. Eppure, collocando il cartone alcuni minuti sotto una leggera pioggia lo sottoponiamo ad un processo di distribuzione casuale di gocce di acqua. Al termine è sufficiente contare quante gocce hanno toccato la zona sopra la linea e quante la zona sotto la linea. Con delle semplici proporzioni è possibile calcolare come le due zone si sono suddivise l'area complessiva del cartone.

In ambito finanziario la simulazione Monte Carlo si basa su un concetto molto simile a quello della simulazione storica, in quanto viene utilizzato un database di ipotetici valori futuri del portafoglio sul quale si va poi a calcolare il VaR.

Mentre nella simulazione storica i dati provengono dall'osservazione di dati storici, nella simulazione Monte Carlo i dati vengono generati con un algoritmo di casualità che viene applicato ad una distribuzione (generalmente normale) di probabilità congiunta dei fattori di rischio di mercato. Per le caratteristiche dei fattori di rischio, come volatilità e correlazioni, si tiene conto, solitamente, dei dati storici di mercato.

Il metodo della simulazione Monte Carlo richiede, quindi, che venga definita una distribuzione con cui generare le simulazioni. Essa deve rispecchiare le caratteristiche empiriche delle distribuzioni delle variazioni dei fattori di mercato e prestarsi alla generazione di simulazioni casuali.

Quindi, riassumendo, primo passo, la individuazione dei fattori di mercato e la definizione di formule espressive del valore dei singoli strumenti in portafoglio in funzione di tali fattori.

Il secondo passo riguarda la scelta di una distribuzione di probabilità e dei relativi parametri per i fattori di mercato; si adotterà una distribuzione che si pensa possa approssimare meglio le osservazioni passate.

A questo punto per la realizzazione del database bisognerà generare N ipotetici valori dei fattori di mercato, che vengono trasformati in N ipotetici valori del portafoglio. Al contrario della simulazione storica il quantitativo dei dati deve essere il più elevato possibile (nell'ordine di diverse migliaia) perché al crescere di N la stima converge al valore reale, il tutto compatibilmente con le risorse di tempo e di calcolo disponibili.

La fase finale è identica alla simulazione storica, l'elenco delle variazioni del valore di portafoglio vengono ordinate dalla peggiore perdita al miglior guadagno, e da essi si estrae il percentile desiderato, il quale rappresenterà la massima perdita probabile stimata per il portafoglio, in corrispondenza di quel predeterminato livello di confidenza.

Ripetendo la procedura più volte si ricavano più valori di VaR, dalla cui media aritmetica si ricaverà anche la deviazione standard che fornisce la dimensione dell'errore di convergenza delle simulazioni. Il valore di errore è inversamente proporzionale alla radice quadrata del numero degli scenari utilizzati ($1/\sqrt{n}$).

Tra i problemi a cui si può andare incontro nelle simulazioni Monte Carlo c'è quello legato alla possibilità che una specificata distribuzione assunta per i fattori di rischio possa non riflettere adeguatamente la vera distribuzione q dei fattori di rischio stessi. Inoltre, così come avveniva con le simulazioni storiche, volatilità e correlazioni, proprio perché provenienti da dati storici possono essere obsoleti e quindi discostarsi dai dati attuali.

Affinché il VaR sia attendibile è importante la scelta del modello stocastico che definirà i fattori di mercato, sebbene lo scopo del metodo Monte Carlo sia quello di allontanarsi da distribuzioni di tipo normale dei rendimenti, di fatto l'ipotesi classica sottostante al metodo è molto spesso la normalità dei fattori di rischio.

Il limite principale di questa metodologia è rappresentato dal fatto che scegliere la distribuzione da utilizzare o stimare i parametri di tale modello non è sempre agevole. Inoltre, la stima del VaR per posizioni dipendenti da molti fattori può richiedere lunghi tempi di elaborazione.

Se semplifichiamo prendendo in considerazione un singolo fattore di rischio e posizione lineare

- 1) Posizione il cui valore attuale è soggetto ad un solo fattore di mercato (fattore di rischio)
- 2) La dipendenza tra il valore della posizione ed il valore assunto dal fattore di mercato è di tipo lineare
- 3) La distribuzione dei rendimenti del fattore di rischio è approssimata dalla distribuzione normale

Allora viene generato un vettore di realizzazioni della P/L ipotetica

$$PL_i = PV_0 \cdot \delta \cdot \sigma \cdot \epsilon_i \quad i=1,\dots,N$$

Dove ϵ_i è una realizzazione della distribuzione normale standard $N(0,1)$

La sensibilità del valore di mercato della posizione al variare del fattore di mercato (δ)

La volatilità stimata di tale fattore di mercato (σ)

Il VaR è calcolato numericamente come quantile della distribuzione simulata generata dal vettore delle realizzazioni di P/L ipotetica.

3.3.1 Stima del VaR con metodo della simulazione Monte Carlo su Ms Excel

Abbiamo visto che il metodo della simulazione Monte Carlo è adatto a posizioni complesse come ad esempio le *options*, tuttavia anche a scopo didattico possiamo applicare il metodo ad un titolo azionario.

Tornando sul titolo Fiat Chrysler automobile (FCA) dell'esempio precedente abbiamo elaborato una simulazione stocastica di 1000 scenari che tramite una macro Vba abbiamo ripetuto per 10 differenti simulazioni (10.000 scenari).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Calcolo del V.a.R. Metodo Simulazione Monte Carlo Fiat Chrysler Automobiles (FCA)							21/01/19
2								
3	Prezzo di chiusura	14,76					Scenari	1000
4	Volatilità annua 2018	37,48						
5	Numero azioni	100						
6	Livello di confidenza	97,00%						
7	Deviazione Standard (Vol. giorno)	2,361						
8	Vol gg in % σ	0,160						
9	Capitale iniziale C	1476,00		Premere ALT-F5 per una nuova simulazione				
10								
11	Scenari	Numeri casuali distribuzione uniforme	Distribuzione normale $v=N_{-1}(p)$	$r = v * \sigma$	$C_{t+1}=C_t \times e^r$	Δc		
12	1000	0,8147	0,8953500	1,432%	1497,29	21,29		
13	999	0,9229	1,4248520	2,279%	1510,03	34,03		
14	998	0,0866	-1,3619933	-2,179%	1444,19	-31,81		
15	997	0,5134	0,03359514	0,054%	1476,79	0,79		
16	996	0,4865	-0,03384594	-0,054%	1475,20	-0,80		
17	995	0,8199	0,91498406	1,464%	1497,76	21,76		
18	994	0,3675	-0,33848199	-0,541%	1468,03	-7,97		
19	993	0,9916	2,39105579	3,825%	1533,55	57,55		
20	992	0,6752	0,45431795	0,727%	1486,77	10,77		
21	991	0,9908	2,35746883	3,771%	1532,72	56,72		
22	990	0,8709	1,13065578	1,809%	1502,94	26,94		
23	989	0,3891	-0,28166551	-0,451%	1469,36	-6,64		

Come fattore di mercato abbiamo preso in considerazione volatilità giornaliera estrapolandola dal valore storico dell'ultimo anno.

Per la distribuzione di probabilità è stata adottata la distribuzione normale.

Ecco nel dettaglio la procedura:

- 1) Nella colonna B sono stati generati 1000 numeri casuali da 0 a 1 in una distribuzione uniforme.
- 2) Nella colonna C La distribuzione uniforme è stata trasformata in distribuzione normale. $\mathbf{v} = N^{-1}(\mathbf{p})$ per mezzo della funzione Excel INV.NORM.ST().
- 3) Nella colonna D il valore ottenuto è stato moltiplicato per la volatilità giornaliera per determinare la variazione percentuale del titolo. $\mathbf{r} = \mathbf{v} * \boldsymbol{\sigma}$
- 4) Nella colonna E abbiamo ottenuto il prezzo ipotetico del titolo. $\mathbf{C}_{t+1} = \mathbf{C}_t \times \mathbf{e}^{\mathbf{r}}$
- 5) Nella colonna G la sua variazione assoluta $\Delta \mathbf{c}$
- 6) Nella seconda fase, per mezzo di una macro **Vba**, i valori della colonna G sono stati copiati ed ordinati nella colonna J dal peggior ribasso al miglior rialzo.
- 7) Il VaR di una posizione lunga al 99% è il 10° peggior ribasso della lista.
Il VaR di una posizione lunga al 97% è il 30° peggior ribasso.
- 8) Tramite macro abbiamo eseguito 10 differenti simulazioni con livello di confidenza del VaR a 97% e ne abbiamo, quindi, estratto la media.

	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
9	Calcolo del V.a.R. Metodo Simulazione Monte Carlo Fiat Chrysler Automobiles (FCA)								21/01/19
10									
11	<i>Δc ordinati</i>							97,00%	<i>Simulazioni</i>
12	-62,319							Media sim. =	44,454
13	-61,899							1	44,437
14	-60,230							2	45,021
15	-59,272			Liv.Conf.	Riga	VaR		3	43,588
16	-57,873		Posizione	99,00%	10	53,417		4	45,871
17	-56,891		Lunga	97,00%	30	42,588		5	43,925
18	-55,487							6	45,117
19	-55,387							7	43,976
20	-55,288							8	45,077
21	-54,533							9	44,553
22	-53,417							10	42,979
23	-52,268								
1000	54,503								
1001	54,995								
1002	56,146			Liv.Conf.	Riga	VaR			
1003	57,127		Posizione	99,00%	990	56,146			
1004	57,985		Corta	98,50%	985	50,184			
1005	59,172								
1006	59,427								
1007	59,823								
1008	60,814								
1009	63,556								
1010	74,794								

La media di 10 simulazioni con livello di confidenza 97% ha ottenuto VaR=44,544, molto vicino al VaR ottenuto, negli esempi dei paragrafi precedenti, con il metodo parametrico VaR =44,410.

3.3.2 Modello di Black & Scholes per il pricing delle opzioni

Al fine di poter procedere alla simulazione Monte Carlo di una opzione dobbiamo accennare alle procedure di pricing delle opzioni partendo dal valore del sottostante.

Uno dei modelli di pricing delle opzioni tra i più utilizzati è stato elaborato negli anni settanta da Fisher Black e Myron Scholes²⁷ e migliorato da Merton. Il modello fin dalla prima versione ha contribuito e influenzato tutti i modelli di pricing successivi.

Era stato sviluppato per prezzare le opzioni finanziarie di tipo Europeo, quelle che non possono essere liquidate prima della scadenza, mentre non risulta appropriato a prezzare le opzioni finanziarie di tipo americano, che possono essere esercitate in qualsiasi momento della loro vita. Nel modello di Black & Scholes si ipotizza la creazione di un portafoglio equivalente all'opzione, costituito in parte da unità del sottostante e in parte da obbligazioni prive di rischio (risk free). Questa ipotesi prevede che i rendimenti siano distribuiti tra infiniti stati della natura secondo una legge statistica normale.

Il modello di Black e Scholes richiede sei variabili fondamentali che sono:

S = Valore del sottostante

K = Prezzo "Strike" dell'opzione

T = Scadenza dell'opzione (T-t) (time to maturity)

r = tasso d'interesse privo di rischio corrispondente alla vita dell'opzione (Risk free rate)

σ = volatilità del sottostante

Black e Scholes partendo da queste variabili hanno dimostrato che il valore della opzione è:

$$call = SN(d_1) - K e^{-r(T-t)} N(d_2)$$

Dove:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K \cdot e^{-r \cdot (T-t)}}\right)}{\sigma \cdot \sqrt{T-t}} + \frac{1}{2} \cdot \sigma \cdot \sqrt{T-t}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \cdot \sqrt{T-t}$$

Il Modello di Black&Scholes su Ms Excel

	A	B
1	Modello di Black&Scholes	
2	Valore del sottostante	1
3	Prezzo Strike dell'opzione – K	1
4	Tasso privo di rischio – Risk-Free rate	5,00%
5	Volatilità del sottostante	3,00%
6	Scadenza dell'opzione Time to maturity	1
7		
8	D1	1,6817
9	D2	1,6517
10	N(d1)	0,9537
11	N(d2)	0,9507
12	Prezzo dell'opzione Call	0,0494

²⁷ Black F. and Scholes M. (1973), "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", in Journal of Political Economy, 81 (May – June), 1973

Hull J.C. (1997), Options, Futures and Other Derivative Securities, Prentice Hall International; trad. it. a cura di Emilio Barone, Il Sole 24 Ore Libri, Milano.

Andrea Resti, Andrea Sironi, *Rischio e valore nelle banche. Misura, regolamentazione, gestione*, Milano, Egea, 2008

3.3.3 La simulazione Monte Carlo su opzione call

Abbiamo visto che la stima del VaR attraverso la simulazione Monte Carlo si compone di 5 fasi:

- 1) Scelta della distribuzione di densità di probabilità che meglio approssima la distribuzione dei rendimenti del fattore di mercato in esame.
- 2) Stima dei parametri (media, deviazione standard, ecc.) della distribuzione f .
- 3) Simulazione di N scenari per il fattore di mercato, partendo dalla distribuzione f .
- 4) Calcolo della variazione del valore di mercato della posizione per ognuno degli scenari simulati.
- 5) Taglio della distribuzione di probabilità in corrispondenza del percentile relativo al livello di confidenza desiderato.

A sua volta la fase 3 può essere scomposta in due parti:

- 1) Estrazione di un valore p casuale da una distribuzione uniforme
- 2) Trasformazione del valore dalla distribuzione uniforme p in un valore r dalla distribuzione normale

$$r = F^{-1}(p)$$

$$r = F^{-1}(p) = N^{-1}(p; \mu, \sigma)$$

$$r = \mu + N^{-1}(p) \sigma$$

3.3.4 La simulazione Monte Carlo di una opzione call su Ms Excel

Ad esempio, eseguiamo la simulazione Monte Carlo di una opzione call sull'indice Nasdaq, scadenza 1 anno. Per semplicità l'indice quota 100 e l'opzione è scambiata a 10,2

Estrazione casuale di N valori compresi tra 0 e 1 in distribuzione uniforme.

La distribuzione è normale con media μ pari a 0,18% e deviazione standard S pari a 1,82%

$$r = F^{-1}(p) = N^{-1}(p; 0,18\%, 1,82\%)$$

$$F^{-1}(p) = N^{-1}(p; \mu, \sigma) = \mu + N^{-1}(p) \sigma = 0,18\% + N^{-1}(p) 1,82\%$$

Estrazione casuale di N valori compresi tra 0 e 1 in distribuzione uniforme.

S (Valore del sottostante) = 100

r (risk free) = 3%

μ = 0,18%

σ = 1,82 %

T (time to maturity) = 1

K (Strike - Prezzo dell'opzione) = 10,200

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Simulazione Monte Carlo con modello Black e Scholes per valore opz. Call							
2								
3	Sottostante	100		Risk-free rate	3,00%		Scenari	1000
4	μ	0,18%		K	100			
5	σ	1,82%		T to maturity	1			
6	V Opzione	10,200		Implied Vol	22,00%			
7								
8	d1=	0,2897	N(d1)=	0,6140				
9	d2=	0,0697	N(d2)=	0,5278				
10								
11	Scenari	Numeri casuali distribuzione uniforme	Distribuzione normale $v=N^{-1}(p)$	$r = \mu + v \times \sigma$	$S_{t+1}=S_t \times e^r$	V call	Δc	
12	1	0,9887	2,280	4,33%	104,42	12,896	2,696	
13	2	0,4848	-0,038	0,11%	100,11	10,247	0,047	
14	3	0,9953	2,597	4,91%	105,03	13,267	3,067	
15	4	0,875	1,150	2,27%	102,30	11,591	1,391	
16	5	0,2447	-0,691	-1,08%	98,93	9,521	-0,679	
17	6	0,45	-0,126	-0,05%	99,95	10,149	-0,051	
18	7	0,6204	0,307	0,74%	100,74	10,634	0,434	
19	8	0,6169	0,297	0,72%	100,72	10,624	0,424	
20	9	0,1228	-1,161	-1,93%	98,09	9,004	-1,196	
21	10	0,5119	0,030	0,23%	100,23	10,323	0,123	

Ecco nel dettaglio la procedura:

- 1) Nella colonna B (B12:B1011) sono stati generati 1000 numeri casuali da 0 a 1 in una distribuzione uniforme.
- 2) Nella colonna C La distribuzione uniforme è stata trasformata in distribuzione normale. $v=N^{-1}(p)$ per mezzo della funzione Excel INV.NORM.ST().
- 3) Nella colonna D il valore ottenuto è stato moltiplicato per la volatilità giornaliera per determinare la variazione percentuale del titolo. $r = \mu + v \times \sigma$
- 4) Nella colonna E abbiamo ottenuto il prezzo ipotetico del titolo. $S_{t+1}=S_t \times e^{r \times \Delta t}$
- 5) Nella colonna F abbiamo calcolato il prezzo dell'opzione in funzione del prezzo del sottostante. $V call = SN(d_1) - K e^{-rT} N(d_2)$
- 6) Nella colonna G la sua variazione assoluta. Δc

- 7) Nella seconda fase, per mezzo di una macro Vba, i valori della colonna G sono stati copiati ed ordinati nella colonna J dal peggior ribasso al miglior rialzo.
- 8) Il VaR di una posizione lunga al 99% è il 10° peggior ribasso della lista.
Il VaR di una posizione lunga al 97% è il 30° peggior ribasso.
- 9) Tramite la macro sono state eseguite 10 differenti simulazioni con livello di confidenza del VaR a 97% e quindi estratto la media.

	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
9	Simulazione Monte Carlo con modello Black e Scholes per valore opz. Call								
10									
11	<i>Δc ordinati</i>							98,60%	<i>Simulazioni</i>
12	-3,813	Premere ALT-F5 per 10 nuove simulazioni						VaR media simulazioni	2,295
13	-2,893							1	2,114
14	-2,818							2	2,284
15	-2,587			Liv.Conf.	Riga	VaR		3	2,046
16	-2,507	Posizione	98,60%	14	2,286			4	2,447
17	-2,496	Lunga	99,00%	10	2,366			5	2,318
18	-2,481							6	2,240
19	-2,467							7	2,320
20	-2,462							8	2,474
21	-2,366							9	2,417
22	-2,366							10	2,286
23	-2,351								
24	-2,343								
25	-2,286								
26	-2,273								
998	2,430								
999	2,430		Liv.Conf.	Riga	VaR				
1000	2,471	Posizione	98,60%	986	2,430				
1001	2,471	Corta	99,00%	990	2,491				
1002	2,491								
1003	2,581								
1004	2,625								
1005	2,825								
1006	2,862								
1007	2,868								
1008	2,901								
1009	2,993								
1010	3,306								
1011	3,364								

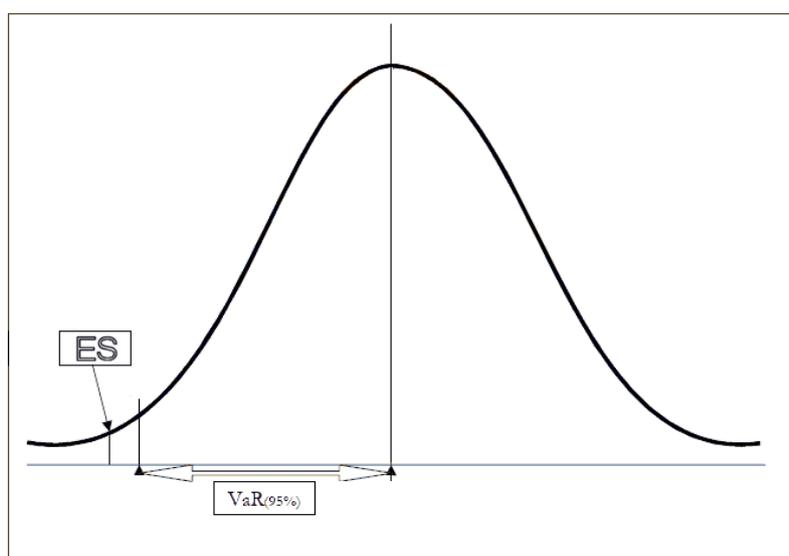
3.4 L'Expected shortfall (ES)

Uno dei limiti del VaR è senza dubbio quello di non fornire indicazioni sulla dimensione delle perdite superiori al valore che esso stesso produce.

L' *Expected shortfall* detto anche *Conditional VaR* (CvaR) o *Tail VaR* è una misura di rischio che può essere interpretata come il valore atteso delle perdite registrate nella parte di coda della distribuzione non compresa nel VaR, o più semplicemente come la stima delle perdite originate da eventi estremi, ovvero quelli presenti sulle code.

Il VaR non tiene conto delle manifestazioni di perdita che eccedono il quantile di riferimento, mentre l'ES parte da quel valore e stima valore atteso delle perdite eccedenti il VaR.

In altre parole, il VaR comunica qual è la massima perdita potenziale, mentre l'ES stima le perdite superiori.



L'ES è quindi il valore atteso delle perdite superiori al VaR, una media condizionata che non considera tutta la distribuzione delle perdite, ma solo quelle superiori al VaR.

Nel grafico *l'Expected Shortfall* di tale attività risulterà essere pari alla perdita media che tale attività potrebbe subire nel restante 5% degli scenari non considerati dal VaR nello stesso arco temporale.

$$ES = E [Loss \mid Loss > VaR]$$

L'ES calcola il valore atteso delle perdite (Loss), tali che esse siano superiori al VaR.

Si tratta di definire una media condizionata al fatto che le perdite siano situate nella parte di coda non compresa nell'intervallo di confidenza definito dal VaR.

L'ES, quindi, è strettamente legato al VaR, poiché, il suo calcolo dipende da esso ed inoltre è caratterizzato da un certo intervallo di confidenza e da un prescelto orizzonte temporale.

L'*Expected Shortfall* permette di definire la perdita media che si potrebbe subire nel caso si verificasse la percentuale di casi sfavorevoli non contemplata dal Value at Risk.

L'ES calcola il valore atteso delle perdite (Loss), tali che esse siano superiori al VaR.

Si tratta di definire una media condizionata al fatto che le perdite siano situate nella parte di coda non compresa nell'intervallo di confidenza definito dal VaR.

$$ES = E \{- [VM - E(VM)] - [VM - E(VM)] > VaR\}$$

Es. di un portafoglio:

$$ES_{\alpha, t+1} = - E_t [r_{t+1} \mid r_{t+1} < -VaR]$$

L'*Expected Shortfall* di tale attività risulterà essere pari alla perdita media che tale attività potrebbe subire nel restante 5% degli scenari non considerati dal VaR nello stesso arco temporale.

3.4.1 L'ES su Ms Excel

Ipotizziamo che tre Titoli (A, B, C) con uguale VaR (1.000,00 Euro) abbiamo, nel corso del 2018, ecceduto per 9 volte tale perdita.

Possiamo notare che, sebbene i titoli abbiano lo stesso Value at Risk i valori di *Expected Shortfall* sono notevolmente differenti.

	A	B	C	D
1	2018	Titolo A	Titolo B	Titolo C
2	VaR	1.000	1.000	1.000
3	1	1.120	2.876	1.354
4	2	2.643	1.868	2.856
5	3	1.002	3.979	1.765
6	4	1.005	1.003	3.768
7	5	1.250	1.654	2.765
8	6	1.468	1.423	3.876
9	7	1.866	1.977	2.987
10	8	2.788	1.989	2.987
11	9	2.456	2.898	1.979
12	Tot Perdite	15.598	19.667	24.337
13	ES	1.733	2.185	2.704
14				

3.5 Gli Stress test

Abbiamo visto che nel quadro delle misure di Basilea 3 è previsto un test periodico a cui sono sottoposti gli istituti di credito. I cosiddetti Stress Test. La procedura in sostanza prevede un calcolo del VaR rivalutando il portafoglio con condizioni estremamente pessimistiche, valutando la massima perdita potenziale conseguente ai peggiori scenari che è ragionevolmente possibile ipotizzare. Per gli stress test del 2018 sono state ipotizzate pesanti variazioni del Pil degli Stati europei, disoccupazione e crollo del mercato immobiliare.

A seguito di ciò è facile intuire le conseguenze sulle borse e picchi di volatilità.

Quindi la rivalutazione del portafoglio dovrebbe avvenire simulando il crollo dei mercati azionari di proporzioni analoghe a quelli avvenuti in passato.

Un approccio differente di risk management consiste nel rivalutare il portafoglio adottando multipli del parametro di deviazione standard anche nell'ordine di 5/6 volte maggiore.

E' importante che un modello VaR sia integrato da prove di stress perché solitamente è basato su dati storici recenti che non consentono di tener conto di eventi estremi straordinari accaduti in un passato non recente e che si verificano raramente.

3.6 Le procedure di *Backtesting*

Abbiamo visto come i modelli VaR siano strumenti fondamentali nella misurazione dei rischi e quanto sia importante che presentino stime quanto più possibile attendibili.

Le procedure di *backtesting* rappresentano una tecnica di valutazione dell'attendibilità delle misurazioni VaR. Esse verificano, a posteriori, l'accuratezza delle misure ottenute in precedenza.

In sostanza indicano quanto spesso si sono verificate perdite superiori al VaR.

Fin dall'avvento di Basilea 2 una delle condizioni all'utilizzo di un modello VaR ai fini della determinazione del requisito patrimoniale relativo ai rischi di mercato, è che esso venga sottoposto a regolari *backtesting* retrospettivi volti a determinare l'accuratezza previsionale.

Tali test si basano sul confronto fra i risultati dell'attività di negoziazione e quanto indicato dai modelli interni.

In altre parole, se il processo adottato è attendibile, il numero di eccezioni giornaliere deve essere coerente con il livello di confidenza adottato per il VaR.

Ad esempio, un livello di confidenza del 95% su un campione di 100 giorni consente 5 eccezioni, nel caso se ne siano verificate di più il modello è poco attendibile.

Se si considera un modello VaR 99% (quindi 1% di errore) e nel *backtesting* si riscontrano il 2% di eccezioni ma con errore esiguo, sebbene il risultato sia il doppio di quanto atteso il modello potrebbe essere giusto.

Le modalità di verifica del VaR più utilizzate sono: i test basati sulla frequenza delle eccezioni e i test basati sulla dimensione delle perdite.

3.6.1 Il backtesting dell'unconditional coverage su Ms Excel

I primi studi sull'attendibilità dei modelli VaR furono condotti nel 1995 da Paul Kupiec²⁸ con il test della *unconditional coverage*. Il *proportion of failure test* misura la frequenza delle eccezioni rilevate empiricamente π e le confronta con quelle “teoriche” α .

Abbiamo ipotizzato che il gestore di un pacchetto di azioni ENI avesse stimato il VaR nel corso del 2018 intorno al 2,5% di perdita massima con un livello di confidenza 99%.

Trascorso l'intero anno andiamo a verificare elaborando su Excel i dati di 250 giorni del titolo ENI spa.

	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	Backtesting dell'unconditional coverage								
2	Dati	250		Liv.conf	99,00%				
3									
4	eccezioni X	Probabilità pr(x)	$\Sigma[pr(x)]$	$1-\Sigma[pr(x)]$					
5	0	8,11%	8,1%	91,89%					
6	1	20,47%	28,6%	71,42%					
7	2	25,74%	54,3%	45,68%					
8	3	21,49%	75,8%	24,19%					
9	4	13,41%	89,2%	10,78%					
10	5	6,66%	95,9%	4,12%					
11	6	2,75%	98,6%	1,37%					
12	7	0,97%	99,6%	0,40%					
13	8	0,30%	99,9%	0,11%					
14	9	0,08%	100,0%	0,03%					
15	10	0,02%	100,0%	0,01%					
16									
17	Numero di eccezioni e probabilità che si verifichino								
18									
250									
251									
252									
253									

$$P(x) = \binom{250}{x} 0,01^x 0,99^{250-x}$$

La probabilità che si verifichi un numero di eccezioni pari o inferiore a 4 è 89,2% (M9), quindi la probabilità di avere più di 4 eccezioni è 10,78 (N9).

Se ci fossimo posti la regola di rifiutare l'ipotesi nulla se si verificano più di 4 eccezioni, l'errore di rifiutare un modello corretto sarebbe pari a 10,78%.

Tuttavia, nel risk management è molto più grave fidarsi di un modello sbagliato che scartarne uno corretto, quindi dobbiamo dare priorità al modello corretto.

Sugli stessi dati storici abbiamo eseguito un test di tipo *likelihood ratio*²⁹ :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Backtesting unconditional coverage								
2	ENI S.P.A. (ENI.MI)								
3									
4	Dati	Liv.Conf	VaR	Errori attesi	Errori rilevati	Percentuale errori	Likelihood ratio LR	Distribuzione chi-quadro	Modello corretto
5	250	99,00%	2,50%	2,5	8	3,20%	7,73	4,598	NO
6	250	99,00%	2,70%	2,5	4	1,60%	0,77	5,803	SI
7									
8	$LR = 2 \left\{ \ln \left[\left(\frac{x}{250} \right)^x \left(1 - \frac{x}{250} \right)^{250-x} \right] - \ln(0,01^x 0,99^{250-x}) \right\}$								
9									
10									
11	Data		Variazione						
12	2018-02-05	14,154	-1,35%	250					
13	2018-02-06	13,754	-2,83%	249					
14	2018-02-07	13,980	1,64%	248					
15	2018-02-08	13,672	-2,20%	247					
16	2018-02-09	13,398	-2,00%	246					
17	2018-02-12	13,482	0,63%	245					
18	2018-02-13	13,352	-0,96%	244					
250	2019-01-16	14,280	0,21%	12					
251	2019-01-17	14,218	-0,43%	11					
252	2019-01-18	14,608	2,74%	10					
253	2019-01-21	14,546	-0,42%	9					
254	2019-01-22	14,476	-0,48%	8					
255	2019-01-23	14,316	-1,11%	7					
256	2019-01-24	14,416	0,70%	6					
257	2019-01-25	14,572	1,08%	5					
258	2019-01-28	14,432	-0,96%	4					
259	2019-01-29	14,522	0,62%	3					

Nel caso di VaR al 2,50% (riga 5) i calcoli hanno rilevato 8 eccezioni durante l'anno 2018.

Il *likelihood ratio* è del 7,73 (G5) ben maggiore del tasso di errore campionario 4,59 (H5).

Essendo LR significativamente maggiore dell'altro valore il modello è inadeguato.

Nel caso di VaR al 2,70% (riga 6) i calcoli hanno rilevato 4 eccezioni portando LR a 0,77 mostrando questo nuovo modello come corretto.

Il test di Kupiec²⁸, per poter generare risultati affidabili, richiede un campione formato da un elevatissimo quantitativo di dati, anche

10 anni di dati giornalieri.

Inoltre, poiché focalizza l'attenzione sul fatto che la somma delle eccezioni siano coerenti con il livello di confidenza un modello che alterna periodi in cui il VaR è sottostimato (numero di eccezioni elevato) a periodi in cui il VaR è sovrastimato (il numero di eccezioni basso) potrebbe risultare idoneo.

²⁸ Kupiec, Paul H., *Techniques for Verifying the Accuracy of Risk Measurement Models*. *THE J. OF DERIVATIVES*, Vol. 3 No. 2, Winter 1995

²⁹ D. C. Boes, F. A. Graybill, A. M. Mood), *Introduzione alla Statistica*, McGraw-Hill Libri Italia, 1988. *Metodo della Massima verosomiglianza*

3.7 Il *backtesting* dei modelli VaR secondo il Comitato di Basilea

Abbiamo visto nel primo capitolo che, il Comitato di Basilea ha consentito alle banche che rispettano determinati requisiti sia qualitativi che quantitativi, di determinare, secondo propri modelli interni, il requisito patrimoniale³⁰ a fronte dei rischi di mercato.

La condizione è che l'istituto esegua dei *backtesting* trimestrali dell'attività di trading.

Il requisito patrimoniale, di cui deve disporre l'istituto, sarà, quindi, soggetto a un fattore moltiplicativo che risulta tanto maggiore quanto peggiore è l'affidabilità del modello VaR interno. Ad esempio, da un VaR giornaliero pari a 1.000 con il livello di confidenza del 98% ci si attende perdite superiori a 1.000 unicamente nel 2% dei casi, ossia 5 giorni l'anno. Se il numero di giorni in cui le perdite risultano superiori a 1.000, è inferiore, pari o di poco superiore a 5 possiamo ritenere il modello affidabile. Se il numero di eccezioni è significativamente superiore dobbiamo ritenere il modello non attendibile.

Stando alle disposizioni di Basilea verrà applicato un grado di maggiorazione al fattore di moltiplicazione direttamente proporzionale al numero di eccezioni riscontrate, più precisamente, il fattore di sicurezza viene aumentato da 3 fino a 4, in misura tanto maggiore quanto peggiore è la performance del modello.

Con un livello di confidenza del 99% ed un *backtesting* eseguito trimestralmente con i dati dell'ultimo anno, 250 giorni di quotazioni la maggiorazione, applicata all'istituto di credito, può variare da 0, quando le eccezioni sono minori di 4, fino a 1, nel caso in cui il numero di eccezioni sia pari o superiore a 10.

Ecco la tabella che riporta il valore del fattore di maggiorazione corrispondente al numero di eccezioni ed evidenzia la suddivisione in tre zone, verde, gialla, rossa, adottata dal Comitato di

Basilea relativamente ai risultati generati dai test retrospettivi e al conseguente livello qualitativo dei modelli.

Tuttavia, l'applicazione della maggiorazione non è affatto automatica e in molti casi si applica solo a discrezione dell'Autorità. Viene solitamente applicata se le eccezioni sono dovute a problemi di integrità o di accuratezza del modello mentre se le posizioni di rischio sono modificate durante la giornata di negoziazione o sono causa di evoluzioni del mercato, l'applicazione della maggiorazione richiede una ulteriore valutazione.

ZONA	NUMERO DI ECCEZIONI	MAGGIORAZIONE	FATTORE DI MOLTIPLICAZIONE
VERDE	0	0,00	3,00
	1	0,00	3,00
	2	0,00	3,00
	3	0,00	3,00
	4	0,00	3,00
GIALLA	5	0,40	3,40
	6	0,50	3,50
	7	0,65	3,65
	8	0,75	3,75
	9	0,85	3,85
ROSSA	≥10	1,00	4,00

Fonte: Basel Committee on Banking Supervision 2006

30

Il requisito patrimoniale minimo è pari alla media dei VaR decadali relativi agli ultimi 60 giorni moltiplicata per un fattore di sicurezza pari a 3.

CONCLUSIONI

L'elaborato è giunto al termine. Abbiamo avuto modo di soffermarci sui rischi insiti nell'attività finanziaria e abbiamo visto le modalità con le quali le autorità di vigilanza verificano l'operato degli istituti. Un viaggio tra le diverse tipologie di rischio e l'evoluzione della normativa in ambito bancario; un vibrante percorso tra il primo Accordo di Basilea ed i tanto affascinanti e misteriosi Stress test del 2018. Ma il tema centrale di questo elaborato è stato il Value at Risk e la lunga serie di fogli Ms Excel con i quali ho provato ad illustrarne gli sviluppi.

Sono nata a metà del 1995 ed ho un vago ricordo della lira, non ho mai toccato un Marco tedesco o un Franco francese. Pur essendo affascinata e rispettosa del mondo della finanza del passato, ho voluto, magari rischiando, confrontarmi con dati recenti, con le quotazioni del giorno, le quotazioni di quando stavo elaborando i fogli di calcolo.

Questa filosofia ha richiesto molto lavoro in più, ma ha sicuramente ripagato.

Oggi sono soddisfatta ed orgogliosa di questo elaborato perché so di poterlo mostrare ad amici e parenti senza il timore di annoiarli troppo. O almeno lo spero!

Posso immaginare che siano più interessati al crollo del titolo Fiat del 15,5% del giorno 25/07/18 piuttosto che alla deviazione standard del Franco francese nell'ottobre del 1993.

Concluderei con una riflessione. A volte si pensa alle autorità di vigilanza come a strutture distanti e fuori dal nostro mondo di tutti i giorni.

Eppure la crisi che ha coinvolto ben 8 istituti di credito italiani in questo decennio è costata cara a migliaia di risparmiatori e comunque anche un po' a tutti noi visto che con i decreti salva banche è lo Stato italiano che ha riparato i buchi.

Mi auguro quindi che le autorità di vigilanza si impegnino con sempre maggior attenzione per evitare che situazioni del genere possano ripetersi in futuro.

APPENDICE

Di seguito tutte le formule e le macro utilizzate nei fogli Ms Excel presenti su questo elaborato.

Foglio presente in 2.1

	A	B	C	D
1		Duration Btp.St 15-09-22 1.45%		
2	Prezzo mercato	100,75		19/01/2019
3	Cedola annua	1,45%		
4	Frequenza ced.	2		
5	Data stacco ced. Prec.	=DATA.CED.PREC(D12;D20;B4;1)		
6	Data prossima cedola	=DATA.CED.SUCC(D12;D20;B4;1)		
7	Gg maturati cedola	=GIORNI(D2;B5)		
8	Rateo	=(B3/365)*B7*100		
9	CTQ Prezzo Tel Quel	=B2+B8		
10				
11	Periodo t	f(t)	v(0,t)	Date stacco cedole
12	0	=B9*-1		19/01/2019
13	1	€ 0,725	=1/(1+\$B\$22)^A13	15/03/2019
14	2	€ 0,725	=1/(1+\$B\$22)^A14	15/09/2019
15	3	€ 0,725	=1/(1+\$B\$22)^A15	15/03/2020
16	4	€ 0,725	=1/(1+\$B\$22)^A16	15/09/2020
17	5	€ 0,725	=1/(1+\$B\$22)^A17	15/03/2021
18	6	€ 0,725	=1/(1+\$B\$22)^A18	15/09/2021
19	7	€ 0,725	=1/(1+\$B\$22)^A19	15/03/2022
20	8	€ 100,725	=1/(1+\$B\$22)^A20	15/09/2022
21				
22	TIR PERIODALE	=TIR.COST(B12:B20)		
23	TIR	=(1+B22)^B4-1		
24	Duration Macaulay	{=SOMMA((A13:A20*B13:B20*C13:C20)/-B12)/B4}		
25	Duration f() Excel	=DURATA_ADD(B5;D20;B3;B23;B4;1)		
26	Volatilità	=B24/(1+B23)		
27				

	A	B
1	Livello di confidenza	Fattore scalare
2	99,99%	=INV.NORM.ST(A2)
3	99,98%	=INV.NORM.ST(A3)
4	99,97%	=INV.NORM.ST(A4)
5	99,87%	=INV.NORM.ST(A5)
6	99,50%	=INV.NORM.ST(A6)
7	99,38%	=INV.NORM.ST(A7)
8	99,00%	=INV.NORM.ST(A8)
9	98,00%	=INV.NORM.ST(A9)
10	97,72%	=INV.NORM.ST(A10)
11	97,50%	=INV.NORM.ST(A11)
12	97,00%	=INV.NORM.ST(A12)
13	96,00%	=INV.NORM.ST(A13)
14	95,00%	=INV.NORM.ST(A14)
15	93,32%	=INV.NORM.ST(A15)
16	90,00%	=INV.NORM.ST(A16)
17	84,13%	=INV.NORM.ST(A17)
18	50,00%	=INV.NORM.ST(A18)

Foglio presente in 2.3.2

Foglio presente in 2.4

	A	B	C	D	E	F	G
1		VM	δ		σ	α	
2		Valore di mercato	Beta β	Duration Modificata	Volatilità	99,00%	VaR
3	Azioni	147.600	0,441		16,00%	=INV.NORM.ST(\$F\$2)	=B3*C3*E3*F3
4	Obbligazioni	1.012.500		3,810	0,47%	=INV.NORM.ST(\$F\$2)	=B4*D4*E4*F4
5							

	A	B	C
1	Calcolo del VaR con metodo parametrico		
2	Btp.St 15-09-22 1.45%		
3	Valore Nominale	1.000.000	
4	Valore di Mercato TQ	101,25%	
5	Duration Modificata	3,810	
6	Volatilità annua 2018	7,496	
7	Livello di confidenza	99,00%	
8	Deviazione standard	=B6/(RADQ (252))/100	
9	Fattore scalare	=INV.NORM.ST(B7)	
10	VaR	=(B3*B4*B5*B8*B9)	
11			

	A	B	C
1	Calcolo del VaR con metodo parametrico		
2	ZCB in UsD		
3	Valore Nominale	100.000	
4	Valore di Mercato TQ	100,00%	
5	Coeff. Sensibilità	1,000	
6	Volatilità del tasso Eur/Usd	0,72%	
7	Livello di confidenza	98,00%	
8	Fattore scalare	=INV.NORM.ST(B7)	
9	VaR	=(B8*B3*B4*B5*B6)	
10			

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	VaR Simulazione Storica 2018/2019							
2	Fiat Chrysler Automobiles NV (FCA.MI)							
3							Dati	252
4	Data	Chiusura	Variaz.	gg				
5	2018-02-01	19,234	0,00%	252				
6	2018-02-02	18,792	-2,30%	251				
7	2018-02-05	18,110	-3,63%	250				
8	2018-02-06	17,660	-2,48%	249				
9	2018-02-07	18,856	6,77%	248				
10	2018-02-08	17,946	-4,83%	247				
11	2018-02-09	17,416	-2,95%	246				
12	2018-02-12	17,650	1,34%	245				
13	2018-02-13	17,292	-2,03%	244				
14	2018-02-14	17,700	2,36%	243				
15	2018-02-15	17,800	0,56%	242				
16	2018-02-16	18,156	2,00%	241				
17	2018-02-19	17,820	-1,85%	240				
18	2018-02-20	18,040	1,23%	239				
19	2018-02-21	18,126	0,48%	238				
20	2018-02-22	17,764	-2,00%	237				
21	2018-02-23	17,620	-0,81%	236				
22	2018-02-26	17,524	-0,54%	235				

	N	O	P	Q
1	VaR Simulazione Storica 2018/2019			
2	Fiat Chrysler Automobiles NV (FCA.MI)			
3				
4				
5				
6	Var	Liv.Conf.	Riga	VaR
7	simulazione	98,50%	=\$H\$3-ARROTONDA(O7*\$H\$3;0)	=ASS(SCARTO(\$K\$4;P7;0))
8	storica	97,00%	=\$H\$3-ARROTONDA(O8*\$H\$3;0)	=ASS(SCARTO(\$K\$4;P8;0))
9				
10	Deviazione	=DEV.ST(K5:K256)		
11	Standard			
12				
13	Var	98,50%		=ASS(INV.NORM.ST(1-O13))*\$O\$10
14	Parametrico	97,00%		=ASS(INV.NORM.ST(1-O14))*\$O\$10
15				
16	Curtosi in	=CURTOSI(K11:K259)		
17	eccesso			
18				
19	Asimmetria	=ASIMMETRIA(K14:K262)		
20				
21				

	A	B	C	D	E	F	G	
1	VaR Simulazione Storica 2018/2019 Fase 1							
2	Portafogli formato in egual misura da Telecom Eni Fiat							
3						Dati	252	
4	Data	Telecom	Eni	Fiat	Media			
5	2018-02-01	0,00%	0,00%	0,00%	=MEDIA(B5:D5)			
6	2018-02-02	-1,14%	-1,66%	-2,30%	=MEDIA(B6:D6)			
7	2018-02-05	-2,40%	-1,35%	-3,63%	=MEDIA(B7:D7)			
8	2018-02-06	-1,70%	-2,83%	-2,48%	=MEDIA(B8:D8)			
9	2018-02-07	5,97%	1,64%	6,77%	=MEDIA(B9:D9)			
10	2018-02-08	-1,64%	-2,20%	-4,83%	=MEDIA(B10:D10)			
11	2018-02-09	-1,49%	-2,00%	-2,95%	=MEDIA(B11:D11)			
12	2018-02-12	0,54%	0,63%	1,34%	=MEDIA(B12:D12)			
13	2018-02-13	-2,65%	-0,96%	-2,03%	=MEDIA(B13:D13)			
14	2018-02-14	0,58%	0,64%	2,36%	=MEDIA(B14:D14)			
246	2019-01-17	2,06%	-0,43%	-0,47%	=MEDIA(B246:D246)			
247	2019-01-18	-7,20%	2,74%	1,44%	=MEDIA(B247:D247)			
248	2019-01-21	-2,62%	-0,42%	0,08%	=MEDIA(B248:D248)			
249	2019-01-22	-6,24%	-0,48%	-1,64%	=MEDIA(B249:D249)			
250	2019-01-23	0,54%	-1,11%	-1,32%	=MEDIA(B250:D250)			
251	2019-01-24	1,00%	0,70%	1,55%	=MEDIA(B251:D251)			
252	2019-01-25	1,59%	1,08%	0,71%	=MEDIA(B252:D252)			
253	2019-01-28	-0,24%	-0,96%	-1,11%	=MEDIA(B253:D253)			
254	2019-01-29	-0,17%	0,62%	0,04%	=MEDIA(B254:D254)			
255	2019-01-30	1,05%	0,84%	1,32%	=MEDIA(B255:D255)			
256	2019-01-31	4,97%	1,11%	1,55%	=MEDIA(B256:D256)			
257								

	M	N	O	P	Q
1	VaR Simulazione Storica 2018/2019				
2	Telecom Italia S.P.A. (TIT.MI)				
3					
4					
5					
6		Liv.Conf.	Riga	VaR	
7	Posizione Lunga	98,50%	=\$H\$3-ARROTONDA(O7*\$H\$3;0)	=ASS(SCARTO(\$K\$4;P7;0))	
8		97,00%	=\$H\$3-ARROTONDA(O8*\$H\$3;0)	=ASS(SCARTO(\$K\$4;P8;0))	
9					
10					
11					
12					
13					
14					
246		Liv.Conf.	Riga	VaR	
247	Posizione Corta	98,50%	=ARROTONDA(O247*\$H\$3;0)	=ASS(SCARTO(\$K\$4;P247;0))	
248		97,00%	=ARROTONDA(O248*\$H\$3;0)	=ASS(SCARTO(\$K\$4;P248;0))	
249					

	L	M	N	O	P
1	VaR Simulazione Storica 2018/2019 Fase 2				
2	Portafogli formato in egual misura da Telecom Eni Fiat				
3					
4					
5					
6		Liv.Conf.	Riga	VaR	
7	Posizione Lunga	98,50%	=\$G\$3-ARROTONDA(N7*\$G\$3;0)	=ASS(SCARTO(\$J\$4;O7;0))	
8		97,00%	=\$G\$3-ARROTONDA(N8*\$G\$3;0)	=ASS(SCARTO(\$J\$4;O8;0))	
9					
10					
11					
12					
13					
14					
246		Liv.Conf.	Riga	VaR	
247	Posizione Corta	98,50%	=ARROTONDA(N247*\$G\$3;0)	=ASS(SCARTO(\$J\$4;O247;0))	
248		97,00%	=ARROTONDA(N248*\$G\$3;0)	=ASS(SCARTO(\$J\$4;O248;0))	
249					

	A	B	C	D	E	F	G
1	Calcolo del VaR metodo storico ibrido						1° Fase
2	ENI S.P.A. (ENI.MI)						
3							
4	Lambda	0,98					
5	Data	t - i		Variazione		Lambda λ	Pesi $W_i = (\lambda_i / \sum \lambda_i)$
6	2018-02-01	t - 252	14,590	0,00%	1	=B\$4^(252-E6)	=F6/SOMMA(\$F\$6:\$F\$257)
7	2018-02-02	t - 251	14,348	-1,66%	2	=B\$4^(252-E7)	=F7/SOMMA(\$F\$6:\$F\$257)
8	2018-02-05	t - 250	14,154	-1,35%	3	=B\$4^(252-E8)	=F8/SOMMA(\$F\$6:\$F\$257)
9	2018-02-06	t - 249	13,754	-2,83%	4	=B\$4^(252-E9)	=F9/SOMMA(\$F\$6:\$F\$257)
10	2018-02-07	t - 248	13,980	1,64%	5	=B\$4^(252-E10)	=F10/SOMMA(\$F\$6:\$F\$257)
11	2018-02-08	t - 247	13,672	-2,20%	6	=B\$4^(252-E11)	=F11/SOMMA(\$F\$6:\$F\$257)
12	2018-02-09	t - 246	13,398	-2,00%	7	=B\$4^(252-E12)	=F12/SOMMA(\$F\$6:\$F\$257)
13	2018-02-12	t - 245	13,482	0,63%	8	=B\$4^(252-E13)	=F13/SOMMA(\$F\$6:\$F\$257)
14	2018-02-13	t - 244	13,352	-0,96%	9	=B\$4^(252-E14)	=F14/SOMMA(\$F\$6:\$F\$257)
15	2018-02-14	t - 243	13,438	0,64%	10	=B\$4^(252-E15)	=F15/SOMMA(\$F\$6:\$F\$257)
16	2018-02-15	t - 242	13,504	0,49%	11	=B\$4^(252-E16)	=F16/SOMMA(\$F\$6:\$F\$257)
17	2018-02-16	t - 241	13,632	0,95%	12	=B\$4^(252-E17)	=F17/SOMMA(\$F\$6:\$F\$257)
249	2019-01-21	t - 9	14,546	-0,42%	244	=B\$4^(252-E249)	=F249/SOMMA(\$F\$6:\$F\$257)
250	2019-01-22	t - 8	14,476	-0,48%	245	=B\$4^(252-E250)	=F250/SOMMA(\$F\$6:\$F\$257)
251	2019-01-23	t - 7	14,316	-1,11%	246	=B\$4^(252-E251)	=F251/SOMMA(\$F\$6:\$F\$257)
252	2019-01-24	t - 6	14,416	0,70%	247	=B\$4^(252-E252)	=F252/SOMMA(\$F\$6:\$F\$257)
253	2019-01-25	t - 5	14,572	1,08%	248	=B\$4^(252-E253)	=F253/SOMMA(\$F\$6:\$F\$257)
254	2019-01-28	t - 4	14,432	-0,96%	249	=B\$4^(252-E254)	=F254/SOMMA(\$F\$6:\$F\$257)
255	2019-01-29	t - 3	14,522	0,62%	250	=B\$4^(252-E255)	=F255/SOMMA(\$F\$6:\$F\$257)
256	2019-01-30	t - 2	14,644	0,84%	251	=B\$4^(252-E256)	=F256/SOMMA(\$F\$6:\$F\$257)
257	2019-01-31	t - 1	14,806	1,11%	252	=B\$4^(252-E257)	=F257/SOMMA(\$F\$6:\$F\$257)
258							

	I	J	K	L	M	N	O	
1	Calcolo del VaR metodo storico ibrido						2° Fase	
2	ENI S.P.A. (ENI.MI)							
3								
4								
5	<i>Data</i>	<i>t - i</i>	<i>Variazione</i>	<i>Pesi Wi</i> <i>=($\lambda_i/\Sigma\lambda_i$)</i>	<i>Pesi cumula-</i> <i>ti (ΣWi)</i>			
6	2018-12-06	t - 36	-3,19%	0,99%	0,99%			
7	2018-05-21	t - 178	-3,19%	0,06%	=L7+M6			
8	2018-02-06	t - 249	-2,83%	0,01%	=L8+M7			
9	2018-10-11	t - 76	-2,75%	0,44%	=L9+M8			
10	2018-08-10	t - 119	-2,62%	0,19%	=L10+M9		VaR	
11	2018-06-08	t - 164	-2,60%	0,07%	=L11+M10	98,50%	2,83%	
12	2018-10-08	t - 79	-2,59%	0,42%	=L12+M11			
13	2018-05-08	t - 187	-2,57%	0,05%	=L13+M12			
14	2018-05-25	t - 174	-2,48%	0,06%	=L14+M13		VaR	
15	2018-06-15	t - 159	-2,30%	0,08%	=L15+M14	98,00%	2,60%	
16	2018-06-25	t - 153	-2,26%	0,09%	=L16+M15			
17	2018-02-08	t - 247	-2,20%	0,01%	=L17+M16			
249	2018-09-25	t - 88	2,43%	0,35%	=L249+M248			
250	2018-05-30	t - 171	2,62%	0,06%	=L250+M249			
251	2018-10-09	t - 78	2,63%	0,42%	=L251+M250			
252	2018-06-11	t - 163	2,67%	0,08%	=L252+M251			
253	2019-01-18	t - 10	2,74%	1,68%	=L253+M252			
254	2018-06-27	t - 151	2,76%	0,10%	=L254+M253			
255	2018-05-09	t - 186	2,77%	0,05%	=L255+M254			
256	2018-06-22	t - 154	3,13%	0,09%	=L256+M255			
257	2019-01-04	t - 20	3,61%	1,37%	=L257+M256			

	A	B	C	D	E	F	G
1	Calcolo del V.a.R. Metodo Simulazione Monte Carlo Fiat Chrysler Automobiles (FCA)						21/01/19
2							
3	Prezzo di chiusura	14,76					<i>Scenari</i>
4	Volatilità annua 2018	37,48					
5	Numero azioni	100					
6	Livello di confidenza	97,00%					
7	Deviazione Standard	=B4/(RADQ (252))					
8	Vol gg in %	=B7/B3					
9	Capitale iniziale	=B3*B5					
10	Premere ALT-F5 per una nuova simulazione						
11	Scenari	Numeri casuali distribuzione uniforme	Distribuzione normale $v=N_1(p)$	$r = v \times \sigma$	$C_{t+1} = C_t \times e^r$	Δc	
12	1000	=ARROTONDA(CASUALE();4)	=INV.NORM.ST(B12)	=C12*\$B\$8/10	=\$B\$9*EXP(D12)	=E12-\$B\$9	
13	999	=ARROTONDA(CASUALE();4)	=INV.NORM.ST(B13)	=C13*\$B\$8/10	=\$B\$9*EXP(D13)	=E13-\$B\$9	
14	998	=ARROTONDA(CASUALE();4)	=INV.NORM.ST(B14)	=C14*\$B\$8/10	=\$B\$9*EXP(D14)	=E14-\$B\$9	
15	997	=ARROTONDA(CASUALE();4)	=INV.NORM.ST(B15)	=C15*\$B\$8/10	=\$B\$9*EXP(D15)	=E15-\$B\$9	
16	996	=ARROTONDA(CASUALE();4)	=INV.NORM.ST(B16)	=C16*\$B\$8/10	=\$B\$9*EXP(D16)	=E16-\$B\$9	
17	995	=ARROTONDA(CASUALE();4)	=INV.NORM.ST(B17)	=C17*\$B\$8/10	=\$B\$9*EXP(D17)	=E17-\$B\$9	
18	994	=ARROTONDA(CASUALE();4)	=INV.NORM.ST(B18)	=C18*\$B\$8/10	=\$B\$9*EXP(D18)	=E18-\$B\$9	
19	993	=ARROTONDA(CASUALE();4)	=INV.NORM.ST(B19)	=C19*\$B\$8/10	=\$B\$9*EXP(D19)	=E19-\$B\$9	
20	992	=ARROTONDA(CASUALE();4)	=INV.NORM.ST(B20)	=C20*\$B\$8/10	=\$B\$9*EXP(D20)	=E20-\$B\$9	
21	991	=ARROTONDA(CASUALE();4)	=INV.NORM.ST(B21)	=C21*\$B\$8/10	=\$B\$9*EXP(D21)	=E21-\$B\$9	
22	990	=ARROTONDA(CASUALE();4)	=INV.NORM.ST(B22)	=C22*\$B\$8/10	=\$B\$9*EXP(D22)	=E22-\$B\$9	
23	989	=ARROTONDA(CASUALE();4)	=INV.NORM.ST(B23)	=C23*\$B\$8/10	=\$B\$9*EXP(D23)	=E23-\$B\$9	

	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
9	Calcolo del V.a.R. Metodo Simulazione Monte Carlo Fiat Chrysler Automobiles (FCA)								
10	21/01/19								
11	Δc ordinati							97,00%	<i>Simulazioni</i>
12	-62,319							Media sim. =	=MEDIA(R13:R22)
13	-61,899							1	44,437
14	-60,230							2	45,021
15	-59,272			Liv.Conf.	Riga	VaR		3	43,588
16	-57,873	Posizione	99,00%	=ARROTONDA(\$H\$3-(M16*\$H\$3);0)	=ASS(SCARTO(\$J\$12;N16;0))			4	45,871
17	-56,891	Lunga	97,00%	=ARROTONDA(\$H\$3-(M17*\$H\$3);0)	=ASS(SCARTO(\$J\$12;N17;0))			5	43,925
18	-55,487							6	45,117
19	-55,387							7	43,976
20	-55,288							8	45,077
21	-54,533							9	44,553
22	-53,417							10	42,979
23	-52,268								
1000	54,503								
1001	54,995								
1002	56,146			Liv.Conf.	Riga	VaR			
1003	57,127	Posizione	99,00%	=ARROTONDA((M1003*\$H\$3);0)	=ASS(SCARTO(\$J\$12;N1003;0))				
1004	57,985	Corta	98,50%	=ARROTONDA((M1004*\$H\$3);0)	=ASS(SCARTO(\$J\$12;N1004;0))				
1005	59,172								
1006	59,427								
1007	59,823								

	A	B
1	Modello di Black&Scholes	
2	Valore del sottostante	1
3	Prezzo Strike dell'opzione – K	1
4	Tasso privo di rischio – Risk-Free rate	5,00%
5	Volatilità del sottostante	3,00%
6	Scadenza dell'opzione Time to maturity	1
7		
8	D1	$= (\text{LN}(\text{B2}/\text{B3}) + (\text{B4} + \text{B5}^2/2) * \text{B6}) / (\text{B5} * \text{B6}^{0,5})$
9	D2	$= \text{B8} - \text{B5} * \text{B6}^{0,5}$
10	N(d1)	=DISTRIB.NORM.ST(B8)
11	N(d2)	=DISTRIB.NORM.ST(B9)
12	Prezzo dell'opzione Call	$= \text{B2} * \text{B10} - \text{B3} * \text{EXP}(-\text{B4} * \text{B6}) * \text{B11}$
13		

	A	B	C	D
1	Simulazione Monte Carlo con modello Black e Scholes			
2				
3	Sottostante	100		Risk-free rate
4	μ	0,18%		K
5	σ	1,82%		T to maturity
6	V Opzione	10,200		Implied Vol
7				
8	d1= $\text{LN}(E12/\$E\$4)+(\$E\$3+0,5*\$E\$6^2)*(\$E\$5)/(\$E\$6*\text{RADQ}(\$E\$5))$		N(d1)=	=DISTRIB.NORM.ST(B8)
9	d2= $\text{B8}-\$E\$6*\text{RADQ}(\$E\$5)$		N(d2)=	=DISTRIB.NORM.ST(B9)
10				
11	Scenari	Numeri casuali distribuzione uniforme	Distribuzione normale $v=N_{-1}(p)$	$r = \mu + v \times \sigma$
12	1	=ARROTONDA(CASUALE());4)	=INV.NORM.ST(B12)	=\$B\$4+C12*\$B\$5
13	=A12+1	=ARROTONDA(CASUALE());4)	=INV.NORM.ST(B13)	=\$B\$4+C13*\$B\$5
14	=A13+1	=ARROTONDA(CASUALE());4)	=INV.NORM.ST(B14)	=\$B\$4+C14*\$B\$5
15	=A14+1	=ARROTONDA(CASUALE());4)	=INV.NORM.ST(B15)	=\$B\$4+C15*\$B\$5
16	=A15+1	=ARROTONDA(CASUALE());4)	=INV.NORM.ST(B16)	=\$B\$4+C16*\$B\$5
17	=A16+1	=ARROTONDA(CASUALE());4)	=INV.NORM.ST(B17)	=\$B\$4+C17*\$B\$5
18	=A17+1	=ARROTONDA(CASUALE());4)	=INV.NORM.ST(B18)	=\$B\$4+C18*\$B\$5
19	=A18+1	=ARROTONDA(CASUALE());4)	=INV.NORM.ST(B19)	=\$B\$4+C19*\$B\$5
20	=A19+1	=ARROTONDA(CASUALE());4)	=INV.NORM.ST(B20)	=\$B\$4+C20*\$B\$5
21	=A20+1	=ARROTONDA(CASUALE());4)	=INV.NORM.ST(B21)	=\$B\$4+C21*\$B\$5
22	=A21+1	=ARROTONDA(CASUALE());4)	=INV.NORM.ST(B22)	=\$B\$4+C22*\$B\$5
23	=A22+1	=ARROTONDA(CASUALE());4)	=INV.NORM.ST(B23)	=\$B\$4+C23*\$B\$5

E	F	G	H
Modello per valore opz. Call			
3,00%		Scenari	1000
100			
1			
22,00%			
$S_{t+1}=S_t \times e^r$	V_{call}	Δc	
=B\$3*EXP(D12)	=E12*\$D\$8-\$E\$4*EXP(-\$E\$3*\$E\$5)*\$D\$9	=F12-\$B\$6	
=B\$3*EXP(D13)	=E13*\$D\$8-\$E\$4*EXP(-\$E\$3*\$E\$5)*\$D\$9	=F13-\$B\$6	
=B\$3*EXP(D14)	=E14*\$D\$8-\$E\$4*EXP(-\$E\$3*\$E\$5)*\$D\$9	=F14-\$B\$6	
=B\$3*EXP(D15)	=E15*\$D\$8-\$E\$4*EXP(-\$E\$3*\$E\$5)*\$D\$9	=F15-\$B\$6	
=B\$3*EXP(D16)	=E16*\$D\$8-\$E\$4*EXP(-\$E\$3*\$E\$5)*\$D\$9	=F16-\$B\$6	
=B\$3*EXP(D17)	=E17*\$D\$8-\$E\$4*EXP(-\$E\$3*\$E\$5)*\$D\$9	=F17-\$B\$6	
=B\$3*EXP(D18)	=E18*\$D\$8-\$E\$4*EXP(-\$E\$3*\$E\$5)*\$D\$9	=F18-\$B\$6	
=B\$3*EXP(D19)	=E19*\$D\$8-\$E\$4*EXP(-\$E\$3*\$E\$5)*\$D\$9	=F19-\$B\$6	
=B\$3*EXP(D20)	=E20*\$D\$8-\$E\$4*EXP(-\$E\$3*\$E\$5)*\$D\$9	=F20-\$B\$6	
=B\$3*EXP(D21)	=E21*\$D\$8-\$E\$4*EXP(-\$E\$3*\$E\$5)*\$D\$9	=F21-\$B\$6	
=B\$3*EXP(D22)	=E22*\$D\$8-\$E\$4*EXP(-\$E\$3*\$E\$5)*\$D\$9	=F22-\$B\$6	
=B\$3*EXP(D23)	=E23*\$D\$8-\$E\$4*EXP(-\$E\$3*\$E\$5)*\$D\$9	=F23-\$B\$6	

	K	L	M	N	O	P	Q	R
9	Simulazione Monte Carlo con modello Black e Scholes per valore opz. Call							
10								
11							97,00%	Simulazioni
12	Premere ALT-F5 per una nuova simulazione						Media sim. =	=MEDIA(R13:R22)
13							1	2.273
14							2	2.358
15			Liv.Conf.	Riga	VaR		3	2.389
16	Posizione	98,60%	=ARROTONDA(\$H\$3-(M16*\$H\$3);0)	=ASS(SCARTO(\$J\$11;N16;0))			4	2.215
17	Lunga	99,00%	=ARROTONDA(\$H\$3-(M17*\$H\$3);0)	=ASS(SCARTO(\$J\$11;N17;0))			5	2.304
18							6	2.265
19							7	2.316
20							8	2.381
21							9	2.370
22							10	2.276
23								
24								
25								
26								
998								
999		Liv.Conf.	Riga	VaR				
1000	Posizione	98,60%	=ARROTONDA((M1000*\$H\$3);0)	=ASS(SCARTO(\$J\$12;N1000;0))				
1001	Corta	99,00%	=ARROTONDA((M1001*\$H\$3);0)	=ASS(SCARTO(\$J\$12;N1001;0))				
1002								
1003								

	L	M	N	O	P	Q	R
9	Simulazione Monte Carlo con modello Black e Scholes per valore opz. Call						
10							
11						98,60%	<i>Simulazioni</i>
12	Simulazioni	10				VaR media simulazioni	=MEDIA(R13:R1112)
13	Premere ALT-F5 per un nuovo ciclo di simulazioni						
14						=Q13+1	2,222
15		Liv.Conf.	Riga	VaR		=Q14+1	2,291
16	Posizione	98,60%	=ARROTONDA(\$H\$3-(M16*\$H\$3);0)	=ASS(SCARTO(\$J\$11;N16;0))		=Q15+1	2,513
17	Lunga	99,00%	=ARROTONDA(\$H\$3-(M17*\$H\$3);0)	=ASS(SCARTO(\$J\$11;N17;0))		=Q16+1	2,189
18						=Q17+1	2,274
19						=Q18+1	2,506
20						=Q19+1	2,233
21						=Q20+1	2,257
22						=Q21+1	2,358
23						=Q22+1	
24						=Q23+1	
25						=Q24+1	
26						=Q25+1	
27						=Q26+1	
28						=Q27+1	
29						=Q28+1	
30						=Q29+1	
31						=Q30+1	
32						=Q31+1	
33						=Q32+1	
34						=Q33+1	
35						=Q34+1	
36						=Q35+1	
37						=Q36+1	

	K	L	M	N
1	<u>Backtesting dell'unconditional coverage</u>			
2	Dati	=A5		Liv.conf
3				
4	eccezioni X	Probabilità $pr(x)$	$\Sigma[pr(x)]$	$1-\Sigma[pr(x)]$
5	0	=COMBINAZIONE(\$A\$5;K5)*(1-\$B\$5)^K5*(B\$5)^(A\$5-K5)	=L5	=1-M5
6	1	=COMBINAZIONE(\$A\$5;K6)*(1-\$B\$5)^K6*(B\$5)^(A\$5-K6)	=SOMMA(L\$5:\$L6)	=1-M6
7	2	=COMBINAZIONE(\$A\$5;K7)*(1-\$B\$5)^K7*(B\$5)^(A\$5-K7)	=SOMMA(L\$5:\$L7)	=1-M7
8	3	=COMBINAZIONE(\$A\$5;K8)*(1-\$B\$5)^K8*(B\$5)^(A\$5-K8)	=SOMMA(L\$5:\$L8)	=1-M8
9	4	=COMBINAZIONE(\$A\$5;K9)*(1-\$B\$5)^K9*(B\$5)^(A\$5-K9)	=SOMMA(L\$5:\$L9)	=1-M9
10	5	=COMBINAZIONE(\$A\$5;K10)*(1-\$B\$5)^K10*(B\$5)^(A\$5-K10)	=SOMMA(L\$5:\$L10)	=1-M10
11	6	=COMBINAZIONE(\$A\$5;K11)*(1-\$B\$5)^K11*(B\$5)^(A\$5-K11)	=SOMMA(L\$5:\$L11)	=1-M11
12	7	=COMBINAZIONE(\$A\$5;K12)*(1-\$B\$5)^K12*(B\$5)^(A\$5-K12)	=SOMMA(L\$5:\$L12)	=1-M12
13	8	=COMBINAZIONE(\$A\$5;K13)*(1-\$B\$5)^K13*(B\$5)^(A\$5-K13)	=SOMMA(L\$5:\$L13)	=1-M13
14	9	=COMBINAZIONE(\$A\$5;K14)*(1-\$B\$5)^K14*(B\$5)^(A\$5-K14)	=SOMMA(L\$5:\$L14)	=1-M14
15	10	=COMBINAZIONE(\$A\$5;K15)*(1-\$B\$5)^K15*(B\$5)^(A\$5-K15)	=SOMMA(L\$5:\$L15)	=1-M15
16				

	F	G	H	I
1	<u>cktesting unconditional coverage</u>			
2	ENI S.P.A. (ENI.MI)			
3				
4	Percentuale errori	Likelihood ratio LR	Distribuzione chi-quadro	Modello corretto
5	=E5/A5	=2*(LN(((E5/A5)^E5) * ((1-(E5/A5))^(A5-E5))) -LN((0,01^E5)*0,99^(A5-E5)))	=INV.CHI(F5;1)	NO
6	=E6/A6	=2*(LN(((E6/A6)^E6) * ((1-(E6/A6))^(A6-E6))) -LN((0,01^E6)*0,99^(A6-E6)))	=INV.CHI(F6;1)	SI
7				
8	$LR = 2 \left\{ \ln \left[\left(\frac{x}{250} \right)^x \left(1 - \frac{x}{250} \right)^{250-x} \right] - \ln(0,01^x 0,99^{250-x}) \right\}$			
9				
10				
11				

Le macro Vba utilizzate nei fogli Ms Excel presenti su questo elaborato.

La macro Vba Simulazione Monte Carlo:

```
' Ilaria Mincarelli Matr. 690181
' LUISS 2019
' CORSO DI LAUREA MAGISTRALE
' IN ECONOMIA E DIREZIONE DELLE IMPRESE
' Modelli e metodi di calcolo del Value at Risk
' RELATORE: CH.MO PROF. GENNARO OLIVIERI
' CORRELATORE: CH.MA PROF.SSA PAOLA FERSINI

Rem Attribute VBA_ModuleType=VBAModule
Option VBASupport 1

sub Simulazionemontecarlo

Dim X,a As Integer

X = Range("M12").Value ' Prende il numero di simulazioni impostato su M12

X=X-1

Range("R13:R112").Select ' Seleziona e Cancella le simulazioni precedenti
Selection.delete

Range("R13:R112").Cells.Interior.ColorIndex = 0 ' annullo la colorazione delle celle

rem Range("R12").Formula = "=MEDIA(R13:R" & X & ")"

Range("R12").Formula = "=MEDIA(R13:R112)" ' riscrive la formula della media

For i = 0 To X ' loop delle X simulazioni

Selection.Calculate ' esegue i 1000 scenari
Range("G12:G1011").Select ' ne seleziona i risultati
Selection.Copy ' li copia nella seconda parte del foglio
Range("J12").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False ' copia solo i valori
Application.CutCopyMode = False

Range("J12:J1011").Sort Key1:=Range("J12"), Order1:=xlAscending, Header:=xlNo
' li ordina dal peggior ribasso al migliore rialzo

Range("O16").Select
Selection.Copy
Range(Cells(13+i,18),Cells(13+i, 18)).Select
' calcola il VaR e lo copia nella colonna R appena sotto la precedente simulazione

Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteFormats
Application.CutCopyMode = False

Next ' termina loop

End Sub
```

La macro Vba Simulazione Storica.

```
' Macro Vba
' Ilaria Mincarelli Matr. 690181
' LUISS 2019
' CORSO DI LAUREA MAGISTRALE
' IN ECONOMIA E DIREZIONE DELLE IMPRESE
' Modelli e metodi di calcolo del Value at Risk
' RELATORE: CH.MO PROF. GENNARO OLIVIERI
' CORRELATORE: CH.MA PROF.SSA PAOLA FERSINI

REM ***** BASIC *****
Rem Attribute VBA_ModuleType=VBAModule
Option VBASupport 1

sub simulazionestorica

Dim Doc As Object
Dim Sheet As Object
Dim NewColumn As Object

' I dati possono essere prelevati da un altro foglio Excel
' come ad esempio quello che si può ottenere da qui:
https://query1.finance.yahoo.com/v7/finance/download/FCA.MI?period1=1547055709&period2=1549734109&interval=1d&events=history&crumb=1RB4V5CkVti

Doc = StarDesktop.CurrentComponent
Sheet = Doc.Sheets(0)

Sheet.Columns.insertByIndex(10, 1) ' crea una colonna temporanea per le quotazioni

Range("A5:D256").Select      ' seleziona i risultati data, chiusura e variazione
Selection.Copy                ' li copia nella seconda parte del foglio
Range("J5").Select

Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteFormats, Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks :=False, Transpose:=False ' copia

Application.CutCopyMode = False
Sheet.Columns.removeByIndex(10, 1) ' rimuove la colonna temporanea delle quotazioni

Range("J5:K256").Sort Key1:=Range("K5"), Order1:=xlAscending, Header:=xlNo
' li ordina dal peggiore ribasso al migliore rialzo

end sub
```

BIBLIOGRAFIA

Andrea Resti, Andrea Sironi - Rischio e valore nelle banche.
Misura, regolamentazione, gestione,
Milano, Egea, 2008

Paolo Bortot, Umberto Magrani, Gennaro Olivieri, Francesco A. Rossi, Marcello Torrigiani
Matematica Finanziaria
Monduzzi Editoriale 2014

Kupiec, Paul H., Techniques for Verifying the Accuracy of Risk Measurement Models.
THE J. OF DERIVATIVES, Vol. 3 No. 2 Winter 1995

D. C. Boes, F. A. Graybill, A. M. Mood) Introduzione alla Statistica
McGraw-Hill Libri Italia, 1988

Black F. and Scholes M. (1973), "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", in Journal
of Political Economy, 81 (May – June), 1973

Hull J.C. (1997), Options, Futures and Other Derivative Securities, Prentice Hall International;
trad. it. a cura di Emilio Barone, Il Sole 24 Ore Libri, Milano.

Merton, R. (1973), Theory of Rational Option Pricing, Bell Journal of Economics and
Management Science

Pennisi, G. and Scandizzo, P.L. (2006) "Economic Evaluation in an Age of Uncertainty",
Evaluation, Vol. 12

Pennisi, G. e Scandizzo, P.L. (2003) " Valutare l'incertezza: l'analisi costi benefici nel XXI
secolo" G. Giappichelli Editore.

F. Saita, Il risk management in banca Franco Angeli Edizioni

SITOGRAFIA

I documenti Guida della BCE sul processo interno di valutazione dell'adeguatezza patrimoniale (ICAAP) Marzo 2018 e Guida della BCE sul processo interno di valutazione dell'adeguatezza della liquidità (ILAAP).

https://www.bankingsupervision.europa.eu/legalframework/publiccons/pdf/icaap_ilaap/ssm.icaap_guide_201803.it.pdf

https://www.bankingsupervision.europa.eu/ecb/pub/pdf/ssm.ilaap_guide_201811.it.pdf

Barucci E., R. Baviera, C. Milani, The Comprehensive Assessment: What lessons can be learned? The European Journal of Finance, 2018

<https://www.finriskalert.polimi.it>

The European Banking Authority (EBA) Presentation to analysts of stress test results 2018. Interactive tool: Interactive dashboard Stress test results by country and by bank. Excel tools. Link in sitografia

<https://eba.europa.eu/risk-analysis-and-data/eu-wide-stress-testing/2018/results>

RiskMetrics©—Technical Document Fourth Edition, Dicembre 1996.

The J.P. Morgan's Web page on the Internet at

<http://www.jpmorgan.com/RiskManagement/RiskMetrics/RiskMetrics.html>

Il Sole 24 Ore – Basilea 4

<https://www.ilsole24ore.com/art/notizie/2017-12-07/-basilea-4-stretta-soft-le-banche-224234.shtml?uuid=AEKDx4OD>

<https://www.bancaditalia.it/media/notizia/finalizzazione-delle-riforme-di-basilea-iii/>

Bank for International Settlements

<https://www.bis.org/>

Ghos

https://www.bis.org/bcbs/organ_and_gov.htm

Yahoo finance

<https://it.finance.yahoo.com/quote/ENI.MI/history?ltr=1>

CoSO

<https://www.coso.org>

Sito ufficiale dell'Unione europea

<https://www.europa.eu>

Luiss Guido Carli

<https://www.luiss.it>

Wikipedia

<https://www.wikipedia.org>

Il sole 24 ore

<https://www.ilsole24ore.com>

European interactive data

<https://www.eunews.it>

La commissione europea

<https://ec.europa.eu>

Ms Office

<https://support.office.com/>

Il sole 24 ore: dati storici del cambio euro/dollari

<https://finanza-mercati.ilsole24ore.com/quotazioni.php?QUOTE=!EURUS.FX>

Trading today: Black Scholes Option Calculator

<http://www.tradingtoday.com/black-scholes?>

Investing : Calcolo della volatilità nel Forex

<https://it.investing.com/tools/forex-volatility-calculator>

Teleborsa

<https://www.teleborsa.it>

Finanza online

<http://www.finanzaonline.com/>

Borse.it

http://www.borse.it/quotazioni/valore/Btp14515st22__IT0005135840/isin/Tlx

Risk size

<http://www.risksize.com/>

Il sole 24 ore: listino obbligazionario italiano

<https://finanza-mercati.ilsole24ore.com/quotazioni.php?QUOTE=GBITL10J.MTS>

Garter

<https://www.gartner.com>

Qui Finanza: Teleborsa

https://borse.quifinanza.it/borsa-italiana/titoli-stato/bot-zc-ge20-a-eur_IT0005358152.html

Cboe: la volatilità del tasso di interesse

<http://www.cboe.com/products/vix-index-volatility/volatility-on-interest-rates>

**Dipartimento di Impresa e Management
Cattedra di Matematica Finanziaria (corso progredito)**

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE
IN ECONOMIA E DIREZIONE DELLE IMPRESE**

*La gestione e la misurazione del rischio nell'attività bancaria
Modelli e metodi di calcolo del Value at Risk*

**RELATORE:
CH.MO PROF. GENNARO OLIVIERI**

**CORRELATORE:
CH.MA PROF.SSA PAOLA FERSINI**

CANDIDATA: ILARIA MINCARELLI

Matr. 690181

ANNO ACCADEMICO 2017 – 2018

RIASSUNTO

L'attività di ogni impresa è sempre soggetta ad un certo margine di rischio.

Gli eventi inattesi minano il raggiungimento degli obiettivi aziendali prefissati e causano incertezza sul valore futuro dell'azienda.

Gli stravolgimenti economico-finanziari che hanno caratterizzato gli ultimi anni ci confermano che un'imprudente modalità di gestione del rischio può comportare non soltanto ingenti perdite al capitale di una banca, ma anche un indebolimento irreversibile della sua struttura finanziaria che può sfociare nel fallimento della stessa.

Negli ultimi dieci anni di istituti in difficoltà ne abbiamo visti tanti; Dal crack del colosso statunitense Lehman Brothers nel 2008 ai decreti salva banche per ben 8 istituti italiani, da Banca Etruria, Banca Marche passando per Mps e concludendo con Carige sul finire del 2018.

Istituti bancari venduti al prezzo simbolico di 1 euro!

Tutto questo evidenzia la necessità di gestire e controllare l'eventualità che eventi, inattesi o improbabili, provochino un impatto negativo sul capitale della banca.

Nel primo capitolo di questo elaborato mi sono soffermata sul significato di ciascuna tipologia di rischio a cui è soggetta un'attività finanziaria; ho descritto l'evoluzione della normativa in ambito bancario partendo dagli Accordi di Basilea per arrivare all'incremento del processo di vigilanza prudenziale, di trasparenza informativa ed ai tanto affascinanti e misteriosi Stress test del 2018. Le innovative strategie dell'ERM ci spiegano che, nella gestione moderna del rischio, l'incertezza degli eventi futuri può rappresentare anche una opportunità di crescita e di guadagno.

Tuttavia, non basta identificare i possibili rischi, occorre anche stimarne la pericolosità. Ecco che allora, nel secondo capitolo, affronto il tema centrale di questo elaborato, il Value at Risk;

E per farlo ho adottato il migliore strumento che avevo a disposizione, il Microsoft Excel.

Grazie ad esso ho trasformato i principali metodi di stima del VaR, in formule applicate alle singole celle e alle macro Vba dei fogli di calcolo. Ho lavorato con dati attualissimi e quotazioni recenti di titoli italiani puntando molto sulla praticità di esempi basati su dati reali.

Di seguito alcuni paragrafi del capitolo 1

1.1.9 Gli Stress Test 2018

Gli stress test sono uno strumento nato negli USA dopo la crisi finanziaria del 2008.

E' un esame condotto su determinate banche, che vengono sottoposte a scenari economici sfavorevoli per capire quanto il loro capitale sarà in grado resistere all'impatto di eventi economici avversi. Negli USA le banche con asset di almeno 50 miliardi devono condurre sia stress test interni sia quelli della Federal Reserve.

In Europa vengono effettuati, ogni due anni dal 2016, con la supervisione della European Banking Authority (Eba) con lo scopo di garantire, in caso di nuova crisi, maggiore stabilità alle banche e di evitare che un solo istituto minacci la salute e la stabilità dei mercati finanziari europei.

Gli EU-wide stress test dell'Eba si focalizzano su alcuni elementi chiave, come i rischi di credito, di mercato e di liquidità per evidenziare la salute delle banche durante periodi di recessione prolungata in scenari particolarmente negativi.

L'obiettivo è quello di misurare la tenuta patrimoniale della banca messa sotto pressione da un panorama di criticità economiche.

Se una banca non supera in maniera adeguata gli stress test le autorità di vigilanza possono intervenire imponendo misure quali cambiamenti organizzativi o di strategia, un incremento delle riserve di liquidità, la sospensione dei dividendi o un aumento di capitale.

Per il 2018 l'Eba ha eseguito lo stress test sui 48 maggiori gruppi bancari europei, tra i quali, in collaborazione con la Banca d'Italia, gli italiani Intesa Sanpaolo, UniCredit, Banco BPM e UBI Banca. Un analogo test è stato eseguito su un gruppo di istituti minori sottoposti alla diretta supervisione dell'EBA; tra di essi la Banca CARIGE che a causa del pessimo risultato dello stress test ha indotto la Banca d'Italia, d'intesa con la Banca centrale europea (Bce) a commissariare l'istituto.

Lo stress test dell'Eba⁶ non prevede una soglia minima di capitale da rispettare, e non prevede dunque “promozioni” o “bocciature” ma rappresenta un valido strumento per valutare la capacità di tenuta del patrimonio delle banche nell'eventualità di scenari economico-finanziari avversi. I risultati del test concorrono a fornire informazioni per la quantificazione del requisito di capitale del Secondo pilastro (Pillar 2), in esito al processo di revisione e valutazione prudenziale (SREP, *Supervisory Review and Evaluation Process*).

Gli istituti che, a partire dal 2018, sono tenuti a rispettare l'IFRS 9, il nuovo standard contabile, dovranno stimare gli accantonamenti richiesti a seguito del deterioramento dei crediti, per effetto dello scenario avverso, non solo in una prospettiva di 12 mesi ma per tutta la vita residua del finanziamento.

Il test è partito dai dati di bilancio di fine 2017 ed ha considerato il triennio 2018/2020 durante il quale sono stati ipotizzati due differenti scenari macroeconomici, quello di base (*baseline*) e quello avverso (*adverse*).

Durante la simulazione gli istituti si trovavano in una situazione detta di “bilancio statico”, ovvero non potevano compiere azioni per attenuare gli effetti negativi dell'ipotetico scenario avverso.

Ecco lo scenario avverso secondo le descrizioni fornita dell'Eba:

- 5) Un crollo del Pil del 2,7% annuo fino al 2020;
- 6) Il tasso di disoccupazione del 9,7% nel 2020;
- 7) Una caduta dei prezzi al consumo del 3,5%;
- 8) Una riduzione dei prezzi degli immobili residenziali del 19,1% e commerciali del 20,0%.

Le conseguenze immediate dello scenario avverso:

- 1) Forte *repricing* rispetto alle attuali quotazioni sui mercati azionari e obbligazionari.
- 2) Elevato rischio di liquidità nel settore bancario ed extra-bancario, con contagio all'intero mercato finanziario;
- 3) Aumento dell'incertezza sulla sostenibilità dei debiti pubblici e privati con impatto anche sulla stabilità politica degli Stati europei;

Lo scenario avverso avrebbe un effetto differente tra i vari stati europei.

Particolarmente penalizzata risulterebbe la Svezia con una caduta del Pil del 16% contro un -8,6% della Germania.

Più modesto il crollo per Italia -6,5% e la Francia -6,4%.

A fronte delle condizioni di stress ipotizzate nello scenario avverso i risultati pubblicati il 2/11/2018 dimostrano che le banche europee hanno una buona capacità di tenuta.

1.2.4.4 Basilea 4 ovvero la finalizzazione delle riforme di Basilea 3

Nel dicembre 2017 il Ghos¹³ (*Group of Governors and Heads of Supervision*) Gruppo dei governatori e degli organismi di vigilanza, raggiunse un'intesa su nuove norme di finalizzazione delle riforme di Basilea 3, definito da molti framework Basilea 4¹⁴.

L'accordo ha lo scopo di ridurre la variabilità nel calcolo delle attività ponderate per i rischi (Risk Weighted Assets, RWA) e rendere comparabili le metodologie di calcolo dei requisiti patrimoniali sviluppate internamente dalle banche.

La nuova normativa entrerà in vigore dal 1° gennaio 2022 e avrà piena applicazione nel 2027.

I principali cambiamenti introdotti dal cosiddetto framework Basilea 4 sono i seguenti¹⁵:

- 6) Approccio standardizzato per il calcolo dei requisiti patrimoniali relativi al rischio di Credito. Revisione del framework relativo al CVA-Charge e Rischio di Controparte.
- 7) Vincoli all'utilizzo dell'approccio basato sui modelli interni (*Internal Rating Based*, IRB) per il calcolo dei requisiti patrimoniali a fronte del rischio di credito
- 8) Approccio standardizzato per il calcolo dei requisiti patrimoniali relativi al rischio Operativo. Review del framework relativo alle Cartolarizzazioni.
- 9) Un buffer addizionale di capitale per le istituzioni a rilevanza sistemica globale nell'ambito della disciplina sull'indicatore di leva finanziaria (*Leverage Ratio*).
- 10) L'istituzione di un output floor vale a dire di una soglia base per le richieste di capitale sugli asset, pari al 72,5 per cento, con un regime transitorio a decorrere dal 2022 e fino al 2027. Il livello minimo inizialmente è previsto al 50% (nel 2022) per arrivare al 72,5% nel 2027.

Altra importante novità prevede che i modelli di misurazione VaR vengano sostituiti da quelli di *Expected Shortfall*.

Di seguito alcuni paragrafi del capitolo 2

Il tema della Duration di Macaulay

$$Duration = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{tC_t}{(1+r)^t} + \frac{nV}{(1+r)^n}}{P}$$

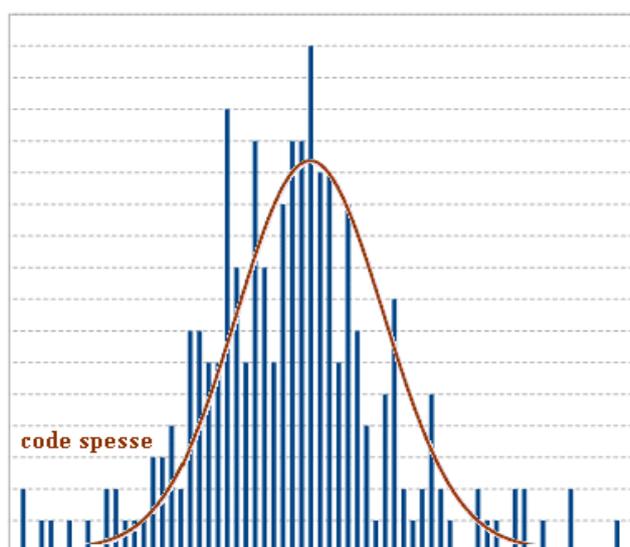
Con la trasformazione Excel della formula su dati reali ed attuali:

	A	B	C	D	E
1	Duration	Btp.St	15-09-22	1.45%	
2	Prezzo mercato	100,75		19/01/2019	
3	Cedola annua	1,45%			
4	Frequenza ced.	2			
5	Data stacco ced. Prec.	15/09/2018			
6	Data prossima cedola	15/03/2019			
7	Gg maturati cedola	126			
8	Rateo	0,50			
9	CTQ Prezzo Tel Quel	101,25			
10					
11	Periodo t	f(t)	v(0,t)	Date stacco cedole	
12	0	-€ 101,25		19/01/2019	
13	1	€ 0,725	0,9944	15/03/2019	
14	2	€ 0,725	0,9888	15/09/2019	
15	3	€ 0,725	0,9832	15/03/2020	
16	4	€ 0,725	0,9777	15/09/2020	
17	5	€ 0,725	0,9722	15/03/2021	
18	6	€ 0,725	0,9668	15/09/2021	
19	7	€ 0,725	0,9614	15/03/2022	
20	8	€ 100,725	0,9560	15/09/2022	
21					
22	TIR PERIODALE	0,56%			
23	TIR	1,13%			
24	Duration Macaulay	3,901			
25	Duration f() Excel	3,901			
26	Volatilità	3,858			

In appendice lo stesso foglio Excel con le formule svelate:

	A	B	C	D
1		Duration Btp.St 15-09-22 1.45%		
2	Prezzo mercato	100,75		19/01/2019
3	Cedola annua	1,45%		
4	Frequenza ced.	2		
5	Data stacco ced. Prec.	=DATA.CED.PREC(D12;D20;B4;1)		
6	Data prossima cedola	=DATA.CED.SUCC(D12;D20;B4;1)		
7	Gg maturati cedola	=GIORNI(D2;B5)		
8	Rateo	=(B3/365)*B7*100		
9	CTQ Prezzo Tel Quel	=B2+B8		
10				
11	Periodo t	f(t)	v(0,t)	Date stacco cedole
12	0	=B9*1		19/01/2019
13	1	€ 0,725	=1/(1+\$B\$22)^A13	15/03/2019
14	2	€ 0,725	=1/(1+\$B\$22)^A14	15/09/2019
15	3	€ 0,725	=1/(1+\$B\$22)^A15	15/03/2020
16	4	€ 0,725	=1/(1+\$B\$22)^A16	15/09/2020
17	5	€ 0,725	=1/(1+\$B\$22)^A17	15/03/2021
18	6	€ 0,725	=1/(1+\$B\$22)^A18	15/09/2021
19	7	€ 0,725	=1/(1+\$B\$22)^A19	15/03/2022
20	8	€ 100,725	=1/(1+\$B\$22)^A20	15/09/2022
21				
22	TIR PERIODALE	=TIR.COST(B12:B20)		
23	TIR	=((1+B22)^B4-1)		
24	Duration Macaulay	{=SOMMA((A13:A20*B13:B20*C13:C20)/B4)}		
25	Duration f() Excel	=DURATA_ADD(B5;D20;B3;B23;B4;1)		
26	Volatilità	=B24/(1+B23)		
27				

Il tema del secondo capitolo sono i differenti metodi di stima del VaR applicati alle quotazioni 2019 di titoli azionari, titoli obbligazionari, sia a livello di singola posizione che a livello di portafoglio. Ecco un grafico da me elaborato sulla curva di rendimento del titolo Eni nel corso del 2018.



Fonte: Elaborazione personale

Di seguito alcuni paragrafi del capitolo 3

Nel terzo capitolo il calcolo del VaR si fa innovativo e tecnologico grazie ai metodi delle simulazioni. Ho elaborato le simulazioni storiche con i dati del 2018 e impostato grafici Excel che illustrano la curva di rendimento e le *fat tails*.

Un foglio di calcolo elabora il singolo titolo azionario con posizione lunga e corta ed il confronto con il metodo parametrico.

Un altro foglio di calcolo si sviluppa a livello di portafoglio con tre titoli.

	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	VaR Simulazione Storica 2018/2019							
2	Fiat Chrysler Automobiles NV (FCA.MI)							
3								
4	Data	Variaz.	t					
5	2018-07-25	-15,50%	1					
6	2018-03-02	-5,72%	2		Var	Liv.Conf.	Riga	VaR
7	2018-10-10	-5,55%	3		simulazione storica	98,50%	4	5,10%
8	2018-12-06	-5,10%	4			97,00%	8	4,17%
9	2018-02-08	-4,83%	5					
10	2018-06-01	-4,53%	6		Deviazione Standard	2,36%		
11	2018-10-17	-4,19%	7					
12	2018-06-21	-4,17%	8					
13	2018-12-27	-3,86%	9		Var	98,50%		5,11%
14	2018-02-05	-3,63%	10		Parametrico	97,00%		4,43%
15	2018-06-04	-3,63%	11					
16	2018-06-28	-3,47%	12		Curtosi in eccesso	67,36%		
17	2018-03-22	-3,39%	13					
18	2018-10-30	-3,22%	14					
19	2018-12-21	-3,19%	15		Asimmetria	68,10%		
20	2018-12-10	-3,14%	16					
21	2018-06-25	-3,08%	17					
22	2018-07-11	-3,05%	18					
23	2018-04-25	-3,04%	19					
24	2018-12-20	-2,99%	20					
25	2018-02-09	-2,95%	21					

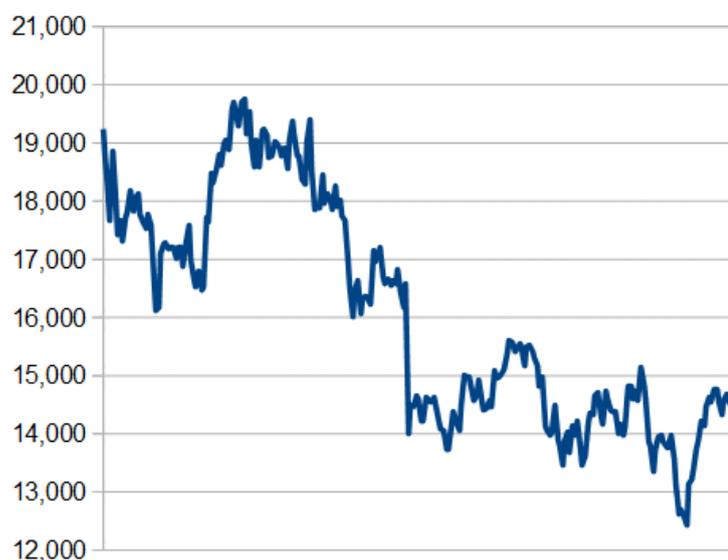
Per “svecchiare” i dati storici ho elaborato alcuni fogli di calcolo con l'approccio ibrido.

$$W_{t-i} = \frac{\lambda^i}{\sum_{i=1}^n \lambda^i} \quad \text{con} \quad 0 < \lambda < 1$$

	A	B	C	D	E	F	G
1	Calcolo del VaR metodo storico ibrido					1° Fase	
2	ENI S.P.A. (ENI.MI)						
3							
4	Lambda	0,98					
5	Data	t - i		Variazione		Lambda λ	Pesi W_i $=(\lambda^i/\Sigma\lambda^i)$
6	2018-02-01	t - 252	14,590	0,00%	1	0,63%	0,01%
7	2018-02-02	t - 251	14,348	-1,66%	2	0,64%	0,01%
8	2018-02-05	t - 250	14,154	-1,35%	3	0,65%	0,01%
9	2018-02-06	t - 249	13,754	-2,83%	4	0,67%	0,01%
10	2018-02-07	t - 248	13,980	1,64%	5	0,68%	0,01%
11	2018-02-08	t - 247	13,672	-2,20%	6	0,69%	0,01%
12	2018-02-09	t - 246	13,398	-2,00%	7	0,71%	0,01%
13	2018-02-12	t - 245	13,482	0,63%	8	0,72%	0,01%
14	2018-02-13	t - 244	13,352	-0,96%	9	0,74%	0,01%
15	2018-02-14	t - 243	13,438	0,64%	10	0,75%	0,02%
16	2018-02-15	t - 242	13,504	0,49%	11	0,77%	0,02%
17	2018-02-16	t - 241	13,632	0,95%	12	0,78%	0,02%
249	2019-01-21	t - 9	14,546	-0,42%	244	85,08%	1,71%
250	2019-01-22	t - 8	14,476	-0,48%	245	86,81%	1,75%
251	2019-01-23	t - 7	14,316	-1,11%	246	88,58%	1,78%
252	2019-01-24	t - 6	14,416	0,70%	247	90,39%	1,82%
253	2019-01-25	t - 5	14,572	1,08%	248	92,24%	1,86%
254	2019-01-28	t - 4	14,432	-0,96%	249	94,12%	1,89%
255	2019-01-29	t - 3	14,522	0,62%	250	96,04%	1,93%
256	2019-01-30	t - 2	14,644	0,84%	251	98,00%	1,97%
257	2019-01-31	t - 1	14,806	1,11%	252	100,00%	2,01%

Quindi concludo il tema Value at Risk con l'intrigante metodo stocastico della simulazione Monte Carlo. Un foglio di calcolo con macro Vba in grado di generare 1.000 scenari per il numero desiderato di simulazioni, per riprodurre, ad esempio, in pochi secondi 100 simulazioni di 1.000 scenari per un totale di 100.000 ipotesi casuali.

	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB
1	VaR Simulazione Storica 2018/2019							
2	Fiat Chrysler Automobiles NV (FCA.MI)							
3								
4								
5								
6	Var	Liv.Conf.	VaR					
7	simulazione	98,50%	5,10%					
8	storica	97,00%	4,17%					
9								
10	Deviazione							
11	Standard	2,36%						
12								
13	Var	99,00%	5,48%					
14	Parametrico	97,00%	4,43%					
15								
16	Curtosi in							
17	eccesso	67,36%						
18								
19	Asimmetria	68,10%						
20								
21								



	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Simulazione Monte Carlo con modello Black e Scholes per valore opz. Call							
2								
3	Sottostante	100		Risk-free rate	3,00%		Scenari	1000
4	μ	0,18%		K	100			
5	σ	1,82%		T to maturity	1			
6	V Opzione	10,200		Implied Vol	22,00%			
7								
8	d1=	0,2897	N(d1)=	0,6140				
9	d2=	0,0697	N(d2)=	0,5278				
10								
11	Scenari	Numeri casuali distribuzione uniforme	Distribuzione normale $v=N^{-1}(p)$	$r = \mu + v \times \sigma$	$S_{t+1}=S_t \times e^r$	V call	Δc	
12	1	0,9887	2,280	4,33%	104,42	12,896	2,696	
13	2	0,4848	-0,038	0,11%	100,11	10,247	0,047	
14	3	0,9953	2,597	4,91%	105,03	13,267	3,067	
15	4	0,875	1,150	2,27%	102,30	11,591	1,391	
16	5	0,2447	-0,691	-1,08%	98,93	9,521	-0,679	
17	6	0,45	-0,126	-0,05%	99,95	10,149	-0,051	
18	7	0,6204	0,307	0,74%	100,74	10,634	0,434	
19	8	0,6169	0,297	0,72%	100,72	10,624	0,424	
20	9	0,1228	-1,161	-1,93%	98,09	9,004	-1,196	
21	10	0,5119	0,030	0,23%	100,23	10,323	0,123	

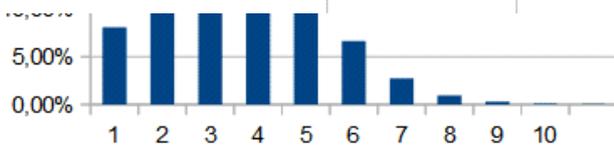
Al solito in appendice le formule svelate.

	A	B	C	D
1	Simulazione Monte Carlo con modello Black e Scholes			
2				
3	Sottostante	100		Risk-free rate
4	μ	0,18%		K
5	σ	1,82%		T to maturity
6	V Opzione	10,200		Implied Vol
7				
8		$d1 = \frac{\ln(E12/\$E\$4) + (\$E\$3 + 0,5 * \$E\$6^2) * (\$E\$5)}{(\$E\$6 * \text{RADQ}(\$E\$5))}$	N(d1)=	=DISTRIB.NORM.ST(B8)
9		$d2 = \frac{B8 - \$E\$6 * \text{RADQ}(\$E\$5)}{(\$E\$6 * \text{RADQ}(\$E\$5))}$	N(d2)=	=DISTRIB.NORM.ST(B9)
10				
11	Scenari	Numeri casuali distribuzione uniforme	Distribuzione normale $v = N_{-1}(p)$	$r = \mu + v \times \sigma$
12	1	=ARROTONDA(CASUALE();4)	=INV.NORM.ST(B12)	=\$B\$4+C12*\$B\$5
13	=A12+1	=ARROTONDA(CASUALE();4)	=INV.NORM.ST(B13)	=\$B\$4+C13*\$B\$5
14	=A13+1	=ARROTONDA(CASUALE();4)	=INV.NORM.ST(B14)	=\$B\$4+C14*\$B\$5
15	=A14+1	=ARROTONDA(CASUALE();4)	=INV.NORM.ST(B15)	=\$B\$4+C15*\$B\$5
16	=A15+1	=ARROTONDA(CASUALE();4)	=INV.NORM.ST(B16)	=\$B\$4+C16*\$B\$5
17	=A16+1	=ARROTONDA(CASUALE();4)	=INV.NORM.ST(B17)	=\$B\$4+C17*\$B\$5
18	=A17+1	=ARROTONDA(CASUALE();4)	=INV.NORM.ST(B18)	=\$B\$4+C18*\$B\$5
19	=A18+1	=ARROTONDA(CASUALE();4)	=INV.NORM.ST(B19)	=\$B\$4+C19*\$B\$5
20	=A19+1	=ARROTONDA(CASUALE();4)	=INV.NORM.ST(B20)	=\$B\$4+C20*\$B\$5
21	=A20+1	=ARROTONDA(CASUALE();4)	=INV.NORM.ST(B21)	=\$B\$4+C21*\$B\$5
22	=A21+1	=ARROTONDA(CASUALE();4)	=INV.NORM.ST(B22)	=\$B\$4+C22*\$B\$5
23	=A22+1	=ARROTONDA(CASUALE();4)	=INV.NORM.ST(B23)	=\$B\$4+C23*\$B\$5

Ma se si sfora il VaR quanto ci si può far male? La risposta ce la fornisce l'*Expected Shortfall*.

Mentre sul finire, fogli di calcolo e grafici, ci illustrano i *backtesting* per la verifica di quanto i modelli utilizzati siano affidabili.

	F	G	H	I
1	cktesting unconditional coverage			
2	ENI S.P.A. (ENI.MI)			
3				
4	Percentuale errori	Likelihood ratio LR		Distribuzione chi-quadro
5	=E5/A5	=2*(LN(((E5/A5)^E5 * ((1-(E5/A5))^(A5-E5))) - LN((0,01^E5)*0,99^(A5-E5)))		=INV.CHI(F5;1)
6	=E6/A6	=2*(LN(((E6/A6)^E6 * ((1-(E6/A6))^(A6-E6))) - LN((0,01^E6)*0,99^(A6-E6)))		=INV.CHI(F6;1)
7				
8	$LR = 2 \left\{ \ln \left[\left(\frac{x}{250} \right)^x \left(1 - \frac{x}{250} \right)^{250-x} \right] - \ln(0,01^x 0,99^{250-x}) \right\}$			
9				
10				
11				
10	5	6,66%	95,9%	4,12%
11	6	2,75%	98,6%	1,37%
12	7	0,97%	99,6%	0,40%
13	8	0,30%	99,9%	0,11%
14	9	0,08%	100,0%	0,03%
15	10	0,02%	100,0%	0,01%
16				
17	Numero di eccezioni e probabilità che si verifichino			
18				
250				
251		$P(x) = \binom{250}{x} 0,01^x 0,99^{250-x}$		
252				
253				



Molto importante è l'appendice finale che illustra tutte le formule e le macro Vba utilizzate per realizzare questo lavoro.

Mi auguro che questo breve riassunto possa essere uno stimolo alla lettura completa dell'elaborato.