

Dipartimento di Impresa e Management
Corso di laurea in Economia e Management

Cattedra di Matematica Finanziaria

Solvency II e la valutazione del rischio di tasso di interesse per le compagnie assicurative

Prof.Salvatore Forte

RELATORE

Matr. 275061 Alessandro Rubino

CANDIDATO

Anno Accademico 2023/2024

INDICE

Introduzione: Panoramica generale sulla direttiva Solvency II e sulla valutazione del rischio di tasso di interesse

Capitolo 1

Il Rischio di tasso di interesse e la normativa Solvency II

1.1.1 Definizione del rischio di tasso di interesse ed elementi caratterizzanti

1.2 Il quadro normativo: dal sistema Solvency 0 al sistema Solvency II

1.2.1 Solvency 0

1.2.2 Solvency I

1.2.3 Solvency II

1.2.4 Solvency II 2023 (Pilastrini, obiettivi e principi)

Capitolo 2

Solvency Capital Requirement e Minimum Capital Requirement

2.1.1 Individuazione dei rischi SCR

2.1.2 Metodi di calcolo del rischio SCR: Standard Formula oppure Modelli Interni

2.1.3 Calcolo del rischio secondo Standard Formula

2.1.4 Calcolo del rischio secondo Modelli Interni e MCR

Capitolo 3

Analisi del rischio di tasso

3.1 Duration, Volatility e Convexity come indicatori temporali e indici di variabilità

3.1.1 Maturity Adjusted Gap approach

3.1.2 Duration Gap approach

3.2 Management del rischio di tasso di interesse

3.2.1 La struttura per scadenza dei tassi a pronti

3.2.2 La struttura per scadenza dei tassi a termine e tassi forward istantanei e Modello di Nelson – Siegel

3.2.3 La componente Value at Risk (VaR): un'applicazione alle banche italiane

Capitolo 4

Caso Pratico

4.1.1 Analisi di un caso pratico di calcolo del rischio di tasso di interesse secondo Standard Formula

Conclusioni

Bibliografia & Sitografia

Introduzione

La direttiva Solvency II è un impianto normativo che è stato approvato nel 2009 dal Parlamento Europeo. In particolare, i principi generali vigenti introdotti dalle normative riguardano indicazioni per il calcolo dei requisiti di capitale che le compagnie assicurative/riassicuratrici devono soddisfare, cenni in merito di corporate governance e controllo rischi, insieme a obblighi informativi da rispettare.

Nel 2014, mediante la direttiva Omnibus II, sono state adottate disposizioni con fine prudenziale per determinare i nuovi assetti di vigilanza indicati dall'EIOPA (Autorità europea delle assicurazioni e delle pensioni aziendali e professionali). In seguito, nel gennaio 2016 Solvency II è stata regolamentata con un'unica normativa per l'area UE (Unione Europea).¹

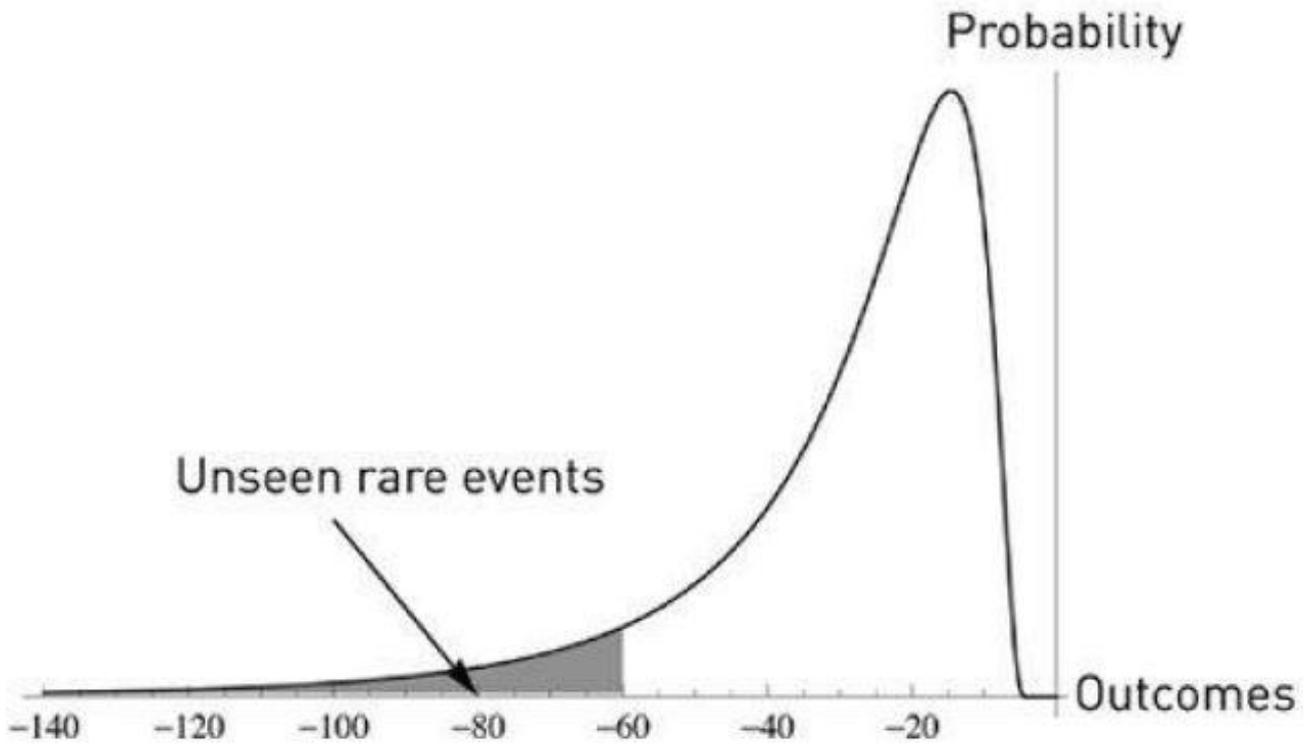
La regolamentazione della direttiva Solvency II ha finalità prudenziale, in quanto nata con il fine di misurare qualsiasi rischio rilevante per la compagnia assicurativa ai fini della determinazione della quantità di capitale necessaria per evitare il fallimento dell'assicuratore, se il rischio si materializza.

Elemento fondamentale della normativa in merito è il rischio, inteso come una stima quantitativa che rifletta una probabilità che accada un determinato evento (un sinistro per le imprese assicurative).

Esempi di rischio sono rischi finanziari, intesi come possibili elementi che incidono sull'attività di un assicuratore; rischi emergenti (pericoli incombenti di cui non si conosce a pieno la dinamica), rischi cibernetici e derivanti da catastrofi naturali. In merito alla valutazione del rischio, si faccia riferimento a una valutazione statistica del modello di Nassim Taleb "Cigno Nero". Nella pagina seguente, riporto una rappresentazione grafica del modello citato.

¹(Carenini Lucia, 2016)

https://www.ivass.it/pubblicazioni-e-statistiche/pubblicazioni/altre-pubblicazioni/2016/guida-solvency-ii/Guida_Solvency_II.pdf



2

Data questa funzione di probabilità, la valutazione dell'eventualità viene compiuta in relazione al rischio che le polizze assicurative coprono, dove maggiore sono i rischi coperti, maggiore è il capitale necessario di cui esse si devono dotare.

Capitolo 1

Il Rischio di tasso di interesse e la normativa Solvency II

1.1.1 Definizione del rischio di tasso di interesse ed elementi caratterizzanti

Il rischio per una variazione dei tassi è la misura adottata dalle imprese assicurative per valutare la rischiosità che le polizze coprono, dove, come si è detto in precedenza nell'introduzione, all'aumentare della copertura di quest'ultime, deve necessariamente aumentare il capitale necessario di cui le assicurazioni si devono dotare.

² (Micheael)

<https://www.invenicement.com/uncategorized/la-teoria-del-cigno-nero-e-la-distribuzione-di-taleb/>

La stima del rischio per le compagnie assicurative avviene contabilizzando la frequenza di incidenti avvenuti nel passato e il loro costo medio, facendo riferimento anche ad indici come l'anzianità del conducente alla guida di un veicolo, e la regione in cui quest'ultimo è stato registrato.

Elementi caratterizzanti il rischio sono il *risk appetite*, il *risk profile*, la *risk tolerance* e la *risk capacity*.

Analizzando rispettivamente i vari profili di rischio citati, il primo è il grado di rischio che l'impresa assicurativa intende accettare per la realizzazione dei suoi obiettivi aziendali; Il secondo è la possibilità di danno/perdita che l'azienda intende effettivamente assumere in un istante temporale; il terzo è l'anomalia consentita dal risk appetite, dove la soglia tollerabile deve essere tale che la compagnia operi su sufficienti margini dato il rischio assunto. Il quarto è il massimo rischio che la compagnia è in grado di assumere senza violare i requisiti regolamentari/condizioni imposte da azionisti e Autorità di Vigilanza³.

In merito alla normativa Solvency II, è indispensabile inoltre per compagnie assicurative valutare il rischio attuariale, il quale deriva da una inadeguatezza delle basi tecniche su cui viene costruito il premio puro (dato dalla somma del premio di rischio e del premio di mercato), che è considerato concretamente come la probabilità che vi sia una modifica di fattori demografici/finanziari attuariali nella stima iniziale.

Da annoverare anche il rischio di mercato, inteso come la probabilità che il valore dell'attivo e del passivo dell'impresa assicurativa/riassicuratrice variano a causa di fattori come un cambiamento dei tassi di mercato e del valore dei titoli; il rischio di credito, ovvero il rischio che il debitore sia insolvente, e il rischio di liquidità, per il quale l'impresa potrebbe non trasformare gli investimenti in liquidità nei tempi previsti senza riuscire a sostenere perdite nel conto capitale⁴.

1.2 Il quadro normativo: dal sistema Solvency 0 al sistema Solvency II

Il sistema Solvency 0 è stato il primo apparato normativo che ha iniziato il processo di armonizzazione europeo avvenuto negli anni 70 mediante l'introduzione del requisito patrimoniale minimo (margine minimo di solvibilità) definito ai sensi delle direttive in materia assicurativa 73/239/CEE danni e 79/267/CEE vita come *“una riserva complementare (rispetto alle riserve tecniche, strettamente necessarie per fare fronte agli impegni contrattuali nei confronti degli assicurati), rappresentata dal patrimonio libero dell'impresa, che le imprese di assicurazione devono detenere per affrontare i rischi dell'esercizio”*.

³ https://www.ivass.it/pubblicazioni-e-statistiche/pubblicazioni/altre-pubblicazioni/2016/guida-solvency-ii/Guida_Solvency_II.pdf

⁴ (Bozzano Isabella, 2001)

<https://www.ivass.it/pubblicazioni-e-statistiche/pubblicazioni/quaderni/2001/is12/isvq0012.pdf>

Indicatori in merito a questo sistema sono premi e sinistri stradali (assicurazione per danni), riserve e capitali sotto rischio (assicurazioni vita).⁵

Segue il sistema Solvency I, il quale ha aggiornato il sistema precedente (Solvency 0) senza mostrare un cambiamento radicale dei principi di base; viene recepito in due direttive del 2002 (direttiva 239 del 1973/CE, che è stata successivamente modificata dalla direttiva 13 del 2002/CE per i rami danni e dalla direttiva 83 del 2002/CE per i rami vita).

Nello specifico è disciplinato che nei rami vita l'ammontare del margine di solvibilità viene calcolato come una quota delle riserve matematiche, e per i rami danni come una frazione dei premi per i danni o del carico medio per i sinistri⁶.

Il pregio di questo apparato è la semplicità di calcolo del margine di solvibilità; tuttavia, non si tiene conto di rischi finanziari che possono significativamente influenzare in modo negativo l'attività dell'impresa assicurativa.

Di seguito, Il sistema Solvency II approvato nel 2009 ha riformato per intero il sistema di vigilanza prudenziale, il quale rispetto ai sistemi precedenti descritti, ha portato un'evoluzione generale del quadro normativo per le compagnie assicurative, apportando i seguenti benefici ed effetti:

- 1) una liberalizzazione e una convergenza intersettoriale generale;
- 2) una maggiore concorrenza settoriale (nuovi competitor, canali e consolidamento nel mercato);
- 3) maggiore instabilità dei mercati finanziari;
- 4) aspettative crescenti attese da parte degli stakeholders all'ottimizzazione del capitale investito; miglioramenti sulle tecniche e nei modelli impiegati per l'analisi del rischio⁷.

⁵(Europeo C. , EUR-Lex, 1973)

<https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1973L0239:20070101:IT:PDF;>

(Europeo C. , EUR-lex, 1979) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:31979L0267&from=ES>

⁶ (Europeo P. E., Eur-lex, 2002) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0013>; (Europeo P. E., EUR-lex, 2002) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:02002L0083-20070921&from=BG>

⁷ ((ANIA), 2013)

<https://www.ania.it/documents/35135/132317/Solvency-II-Origine-struttura-e-sviluppo.pdf/95e4d75b-96c8-1bff-8409-ebad8f15f02a?version=1.0&t=1575627017642>

1.2.1 Solvency 0

La normativa Solvency 0 definisce il requisito patrimoniale minimo come l'attivo che l'impresa possiede esente da obblighi previsti, al netto di elementi di valutazione immateriali ⁸.

Questo è parte di uno dei principali requisiti da soddisfare da parte del risk management ai fini della stabilità e sopravvivenza delle compagnie assicurative nel mercato in cui operano.

Ai sensi dell'art.16 della direttiva europea del 24 luglio 1973 239/CEE, "*gli stati membri devono stabilire che le imprese con sede sociale sul loro territorio dispongano costantemente di un margine di solvibilità sufficiente per le loro attività*"⁹.

Di conseguenza, è evidente che l'ammontare del margine minimo di solvibilità che deve detenere la compagnia di assicurazione varia in funzione del volume dell'attività svolta; dove, in correlazione con l'aumento dell'entità di attività commerciale svolta, è necessario che venga aumentato il suo patrimonio.

Analizzando le componenti del margine di solvibilità, l'art.16 impone altresì che questo comprenda elementi quali:

- *Il capitale versato;*
- *Metà della quota non versata del capitale sociale o del fondo iniziale di garanzia;*
- *Le riserve legali, statutarie e facoltative che non rappresentano rettifiche o stime;*
- *Il riporto di utili;*
- *I crediti detenuti dalle mutue e le società con forma che, a contributo variabile, vantano verso i soci, entro determinati limiti (applicabile solo per il ramo danni);*
- *Su richiesta dell'impresa e con l'autorizzazione dell'autorità di vigilanza, le plusvalenze derivanti dalla sottovalutazione di elementi dell'attivo e da sopravvalutazione del passivo;*
- *Le azioni preferenziali cumulative e i prestiti subordinati.*

Considerazione ulteriore da annotare è che al netto di tutti gli elementi costitutivi del patrimonio netto è necessario sottrarre beni immateriali figuranti in bilancio, come diritti di brevetto industriale, avviamento, diritti per l'utilizzazione delle opere di ingegno, e marchi di fabbrica.

⁸<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1973L0239:20070101:IT:PDF>

⁹ ((PE), 2001)

[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/note/join/2001/304260/IPOL-ECON_NT\(2001\)304260_IT.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/note/join/2001/304260/IPOL-ECON_NT(2001)304260_IT.pdf)

1.2.2 Solvency I

La normativa Solvency I aggiorna il sistema Solvency 0 inserendo requisiti quantitativi per la determinazione del margine di solvibilità richiesto (MDR), definito per le compagnie di assicurazione vita come una somma di due risultati, quali vengono definiti dall'Art. 4 del regolamento n.19 ISVAP del 14 marzo 2008¹⁰.

Inoltre, dall'art. 27 della direttiva 2002 del 1983/CE ramo vita viene disciplinato il margine di solvibilità disponibile (MDS), definito come un requisito necessario per lo svolgimento delle attività di un'impresa assicurativa, formato dal patrimonio dell'assicurazione, non vincolato da alcun obbligo prevedibile e al netto degli elementi immateriali, il quale include seguenti elementi:

- a) *il capitale sociale versato, o nel caso di mutue, il fondo iniziale effettivamente versato, aumentato per conti degli scritti;*
- b) *le riserve (legali e libere) non vincolate ad impegni;*
- c) *utili/perdite riportati dedotti i dividendi da pagare;*
- d) *le riserve di utili nello stato patrimoniale utilizzabili per coprire eventuali perdite non destinate alla partecipazione degli assicurati, quando autorizzato dalla legislazione nazionale.*

Ai sensi dell'art. 28 della medesima direttiva e del regolamento citato in precedenza, viene definito anche il margine di solvibilità richiesto (MDR), comprendente le assicurazioni risultanti da un contratto di ramo vita e di rendita¹¹ e per le attività legate alla longevità umana, rappresentate come la somma dei due seguenti risultati:

- a) *primo risultato: è il valore ottenuto moltiplicando il 4% delle riserve matematiche relative alle operazioni dirette e alle accettazioni in riassicurazione, moltiplicato per il rapporto esistente dell'ultimo esercizio tra l'importo delle riserve matematiche e l'importo lordo delle riserve matematiche; tale rapporto non può essere minore dell'85%;*
- b) *secondo risultato: è il valore ottenuto moltiplicando lo 0,3% dei capitali presi a carico dall'impresa di assicurazione per il rapporto tra l'importo netto dei capitali sotto rischio a carico dell'impresa,*

¹⁰ ((ISVAP), 2008)

<https://www.ivass.it/normativa/nazionale/secondaria-ivass/regolamenti/2008/n19/Reg.19-margine-individuale-mod.dal-provv.3031-dic.2012.pdf>

¹¹ (Europeo(PE), 2002)

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:02002L0083-20070921&from=BG>

detrato le cessioni e le retrocessioni in riassicurazione, e l'importo dei capitali sotto rischio per i contratti i cui capitali sotto rischio non sono negativi; tale importo non può essere inferiore al 50%.¹²

Successivamente, analizzando la direttiva 2002/13/CE per i rami danni recepita mediante il decreto legislativo novembre 2003, n.307, viene definito anche qui ai sensi dell'Art. 2 la riserva di capitale disponibile come *“il patrimonio dell'impresa libero da qualsiasi impegno prevedibile al netto degli impegni immateriali”*, e il margine di solvibilità richiesto come *“il patrimonio netto minimo di cui le imprese devono costantemente disporre”*.

In merito al calcolo del margine di solvibilità richiesto disciplinato dall'Art.4 i criteri presentati sono i medesimi presentati dalla direttiva 2002/83/CE trattati in precedenza. In aggiunta, rispetto alla normativa Solvency 0, viene disciplinato il fondo di garanzia, il quale per l'Art. 29 della direttiva 2002/83/CE in esame non può essere inferiore di 3 milioni di EUR.¹³La direttiva 2002/13/CE secondo l'Art.14 disciplina anche la *“Quota di garanzia”*, che rappresenta un terzo dell'ammontare richiesto.

Limiti della normativa in merito sono che il sistema Solvency I è un sistema che presenta vincoli per l'esposizione ai rischi; i requisiti di capitale disciplinati non sono chiari e trasparenti, e non sono calibrati su un profilo di rischio, il che porta a una limitata efficiente gestione del rischio; è basato su dati storici relativi a operazioni finanziarie passate; questo conduce ad un livello minimo di armonizzazione (non viene agevolata la convergenza delle pratiche di vigilanza), e viene configurata una realtà gruppi (la vigilanza sui gruppi che avviene è solo di tipo supplementare).

¹² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:02002L0083-20070921&from=BG>

¹³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:02002L0083-20070921&from=BG>

1.2.3 Solvency II

I limiti descritti in precedenza della direttiva Solvency I hanno portato ai seguenti problemi:

- a) *un aumento della competizione settoriale*
- b) *un contesto economico generale più difficile*
- c) *una maggiore esposizione ai rischi finanziari per le istituzioni finanziarie*

insieme allo sviluppo di una realtà focalizzata su gruppi e ad una crescente competizione globale.¹⁴

Perciò, è venuta la necessità dell'introduzione della normativa Solvency II, disciplinata dalla direttiva 2009/138/CE, la quale presenta ulteriori criteri di carattere quantitativo ai fini della determinazione dell'ammontare di solvibilità con la revisione di un insieme di linee guida per preservare la stabilità delle compagnie di assicurazione. Inizialmente la direttiva Solvency II era disciplinata dalla procedura Lamfalussy; impostata nell'anno 2001 con la finalità di rafforzare il quadro normativo europeo e il controllo in ambito finanziario europeo (per valori mobiliari, banche e assicurazioni).

Si divide in quattro livelli:

- 1) *al primo livello: i principi regolamentari; in particolare l'insieme di attività legislative, ovvero regolamenti o direttive;*
- 2) *al secondo livello: sono presentate le misure di esecuzione dettagliate in riferimento al primo livello; ovvero operano le disposizioni finalizzate all'attuazione realizzate dalla Commissione, e sulla base della delega contenuta nell'atto legislativo;*
- 3) *al terzo livello: si evince il coordinamento informale del comitato composto dalle autorità di regolamentazione e vigilanza di riferimento nazionale che compete nel settore, ai fini di applicare in modo uniforme e coerente le disposizioni adottate ai livelli precedenti; in particolare qui il comitato ha il compito di definire atti non vincolanti sul piano giuridico, come raccomandazioni, linee guida, e standard di vigilanza;*
- 4) *al quarto livello: si colloca l'attività che deve essere attuata dalle norme comunitarie da parte degli*

¹⁴ (Roberto, 2016)

https://www.ivass.it/pubblicazioni-e-statistiche/pubblicazioni/att-sem-conv/2016/sem-1307/Solvency_II_un_framework_europeo_fondato_sul_rischio_e_sulla_sua_gestione.pdf

*Stati membri e il controllo della Commissione Europea.*¹⁵

In questo senso il metodo Lamfalussy ha applicato principi di regolamentazione chiari e robusti, rafforzando la trasparenza delle politiche europee (UE).

Successivamente, mediante la proposta Omnibus II del 19 gennaio 2011 di modifica della direttiva 2009/128/CE, la Commissione europea ha modificato la disposizione in merito, al fine di avviare una regolamentazione per un innovativo modello di controllo sulle imprese di assicurazione.

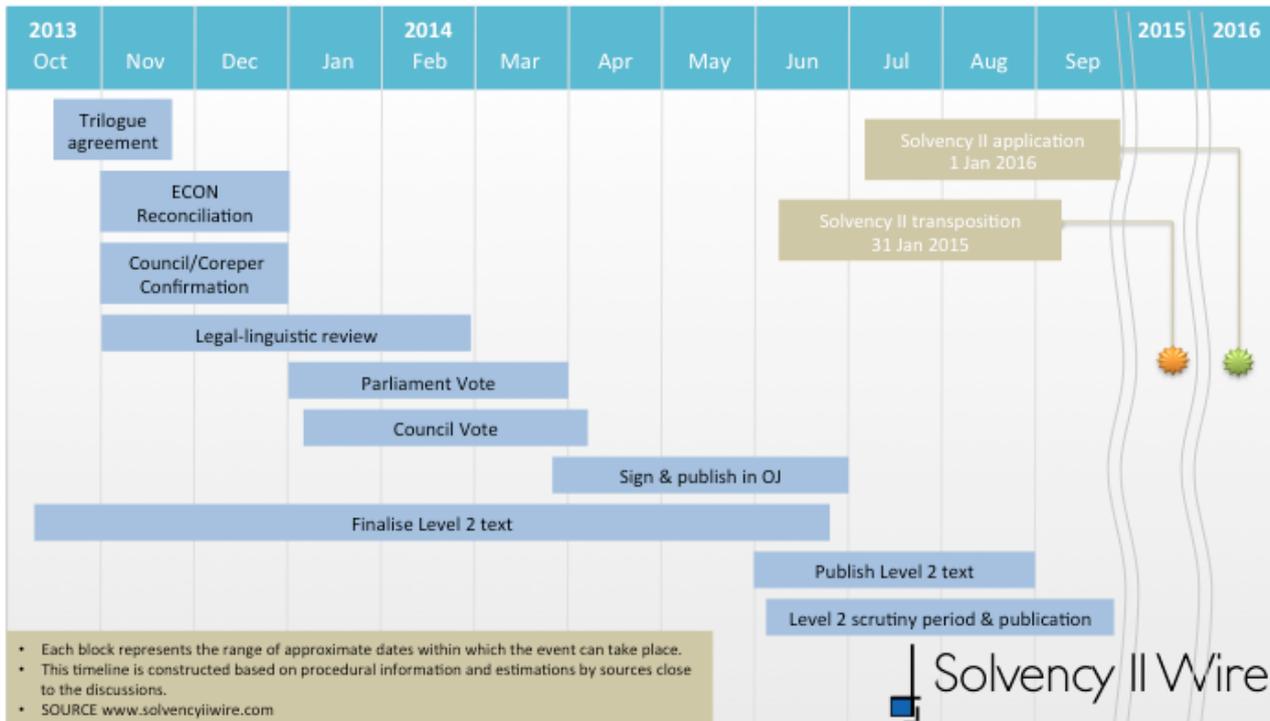
Nello specifico, Omnibus II, facendo riferimento al Trattato di Lisbona, distingue il Solvency II Framework in atti delegati e atti di esecuzione. Entrambi possono essere collocati tra il secondo e terzo livello della procedura Lamfalussy, i quali a loro volta si suddividono in norme tecniche di regolamentazione e di attuazione.

Nella pagina successiva riporto una rappresentazione grafica della linea temporale della direttiva:

¹⁵ (Europea U. R., 2008)
http://documenti.camera.it/leg16/dossier/testi/Pr006.htm#_Toc212285836

Solvency II: potential legislative path

(As at 6 Oct 2013)



16

1.2.4 Solvency II (Pilastrì, obiettivi e principi)

L'impianto normativo *Solvibilità II* è un sistema articolato su tre pilastri tra di loro interconnessi:

- 1) Il primo pilastro analizza i requisiti quantitativi quali la determinazione delle riserve tecniche, dei requisiti di capitale di solvibilità (SCR) e di capitale minimo (MCR), ed elementi di capitale disponibili (Capitale proprio);
- 2) Il secondo contiene requisiti qualitativi relativi a indicazioni in merito a governance, principi di Risk Management, e di Prudent Person Principle (principio della prudenza));
- 3) Il terzo analizza il reporting, che si distingue in supervisory reporting e principi di Public Disclosure.

Rispettivamente i pilastri citati hanno il fine di promuovere una maggiore sensibilità generale al rischio e armonizzazione europea; severità in merito alle normative, maggiore trasparenza e disciplina di mercato, con il fine di risolvere i problemi citati nei sottopunti precedenti. Si è resa necessaria l'introduzione di un secondo

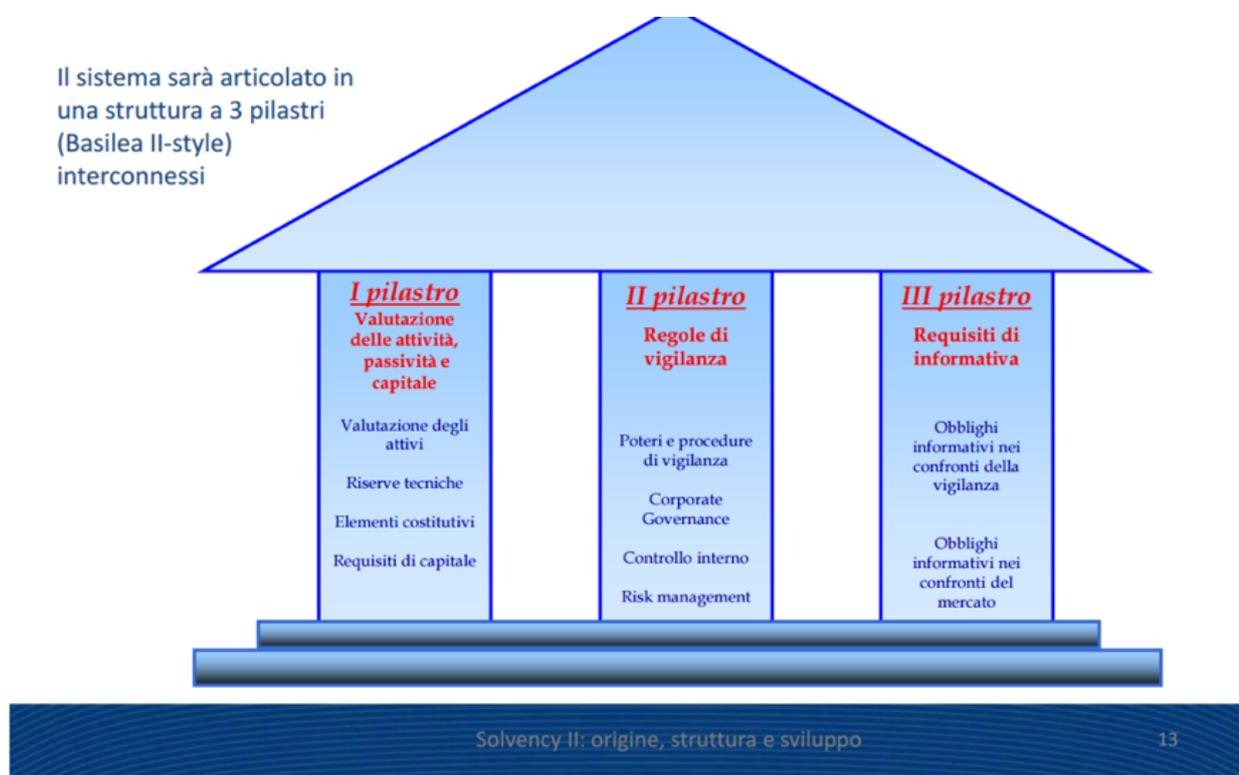
¹⁶ (Benari, 2024)

<https://www.solvencyiiwire.com>

pilastro in quanto il pilastro iniziale da solo non è in grado di riflettere la totalità dei rischi, essendo alcuni calcolabili mediante un approccio quantitativo, e altri in misura parziale.

In merito al terzo pilastro, quest'ultimo è stato inserito ai fini di un'armonizzazione degli obblighi informativi per le imprese, e per favorire il mercato nella valutazione delle compagnie assicurative.

Di seguito una rappresentazione grafica dei pilastri:



17

I principi della normativa in merito riguardano la previsione di un requisito *risk sensitive*, che si basa su un calcolo di tipo prospettico ed una soglia al di sotto della quale l'ammontare delle risorse finanziarie non si deve abbassare.

Il requisito patrimoniale ai fini della solvibilità corrisponde al capitale che deve essere corrisposto dalle imprese assicurative per onorare i loro obblighi verso gli assicurati con una probabilità del 99,5%, e deve coprire i rischi quali il rischio per l'assicurazione life (vita) e non, malattia, il rischio di mercato, di credito, e

¹⁷ <https://www.ania.it/documents/35135/132317/Solvency-II-Origine-struttura-e-sviluppo.pdf/95e4d75b-96c8-1bff-8409-ebad8f15f02a?version=1.0&t=1575627017642>

operativo (che non derivano da scelte di strategia e non si intende rischi reputazionali).

Inoltre, è necessaria per una comprensione dell'effettiva solvibilità, un'analisi adeguata della situazione finanziaria - patrimoniale delle compagnie assicurative, a cui è richiesto di rispettare solidi principi economici e l'uso ottimale di informazioni disponibili nei mercati finanziari (in merito ai rischi tecnici assicurativi); questa verifica avviene mediante la valutazione dello stato patrimoniale. Ai fini di un quadro più completo e dettagliato delle imprese assicurative, Solvency II promuove, *principi di materialità e proporzionalità, di prevalenza della sostanza sulla forma, e di armonizzazione e convergenza delle pratiche di vigilanza. Per quanto concerne gli obiettivi della normativa in questione, questi comprendono una convergenza verso un mercato unico europeo assicurativo ed un potenziamento generale per rendere più competitiva l'industria assicurativa europea.*

Analizzando l'insieme di attivi e dei passivi di bilancio, le attività vengono valutate all'importo al quale *possono essere scambiate tra le parti in un'operazione realizzata in condizioni di mercato*, mentre le passività all'importo al quale *potrebbero essere trasferite*, e in merito alla valutazione economica (statutory versus economic sheet), nello statutory balance sheet delle compagnie assicurative si hanno due componenti:

- 1) attivi, e capitale assieme alle riserve tecniche;
- 2) economic balance sheet, dove vengono evidenziate tre componenti:
 - una valutazione in linea con il mercato della componente attiva
 - il capitale disponibile a cui si aggiunge una valutazione coerente con il mercato della componente passiva
 - l'ammontare eccedente combinato con SCR (Solvency Capital Requirement).

Prendendo in esame ora l'SCR (componente fondamentale della normativa in questione) quest'ultimo è il patrimonio che le imprese assicurative devono possedere per onorare con una probabilità circa del 99,5% gli obblighi verso gli assicurati nei 12 mesi successivi alla valutazione.

Il fine è la limitazione della probabilità di rovina dello 0,5% (un evento ogni duecento anni); viene calcolato mediante le tecniche di valore a rischio (VaR, Value at Risk), oppure mediante modelli interni, parziali e completi di cui parleremo meglio successivamente.

Il requisito minimo di capitale (MCR) viene quantificato sulla base di fattori predeterminati, e deve assumere valori compresi tra il 25% e il 45% dell'SCR. Entrambi i requisiti di capitale verranno analizzati in maniera più completa e approfondita nel capitolo 2 in seguito.

Solvency II introduce inoltre un nuovo regime di solvibilità, quale il sistema ORSA (un sistema che valuta il rischio e la solvibilità per fondi propri), definito come una serie di processi finalizzati ad individuare, misurare, monitorare e gestire rischi, quantificando il livello dei fondi necessari per soddisfare i requisiti minimi di solvibilità.

Questo ha natura di procedura di valutazione interna, la quale deve essere integrata in ambito di scelte di direzione come strumento finalizzato alla vigilanza. È necessario inoltre determinare la misura in cui si è solventi considerando il rischio specifico, e determinare in modo quantificabile il distacco dall'ipotesi patrimoniale di solvibilità da soddisfare.¹⁸

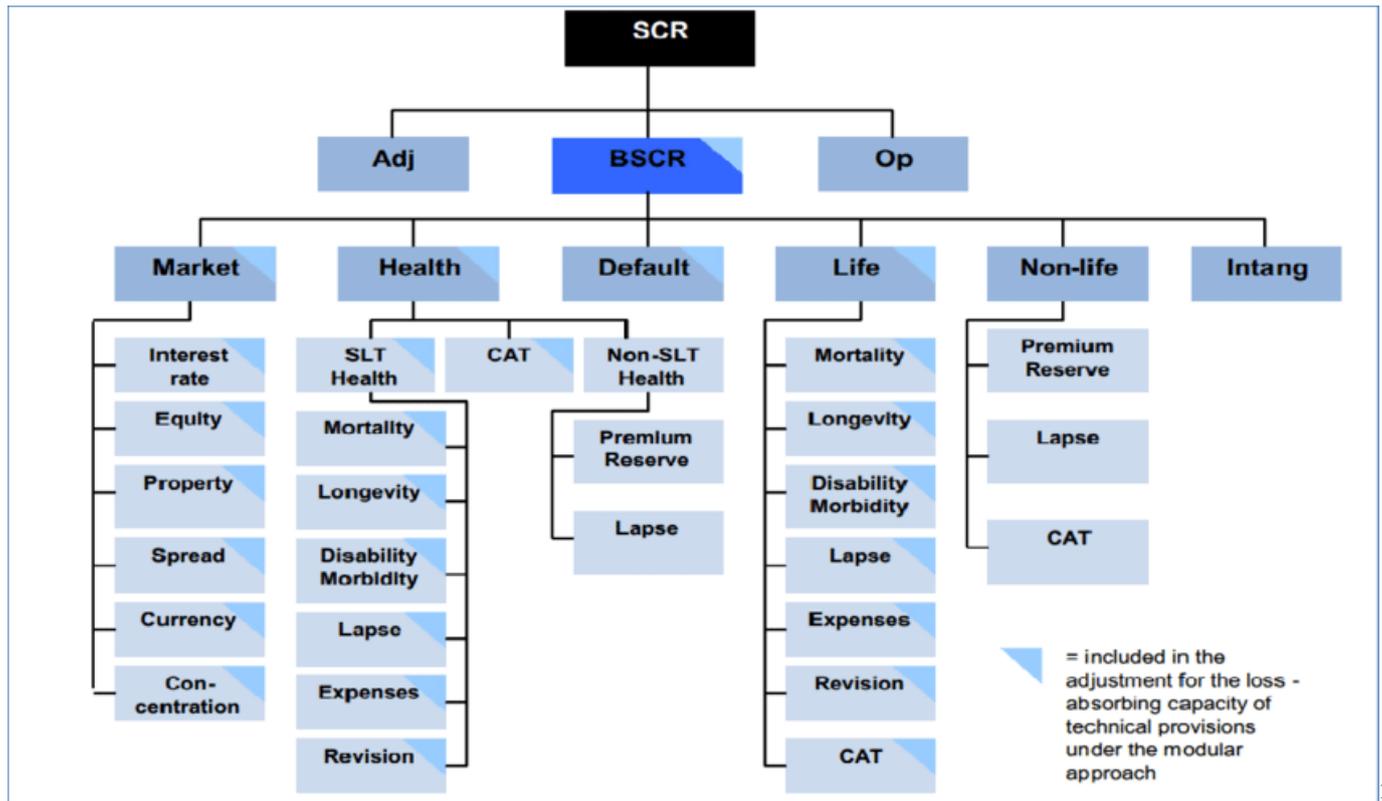
¹⁸ <https://www.ania.it/documents/35135/132317/Solvency-II-Origine-struttura-e-sviluppo.pdf/95e4d75b-96c8-1bff-8409-ebad8f15f02a?version=1.0&t=1575627017642>

Capitolo 2

Solvency Capital Requirement e Minimum Capital Requirement

2.1.1 Individuazione dei rischi SCR

I rischi SCR possono essere classificati nelle sei macroaree come segue, ai sensi della Standard Formula:



19

Le macroaree individuate sono le seguenti: Il rischio Market, Health, Default, Life, Non-Life, e il rischio Intangible Assets (Asset Intangibili) maggiorate ai rischi operativi.

Analizzando queste categorie di rischio, ovvero il rischio Market (rischio di mercato), il rischio Health (rischio derivante da infortunio o malattia), il rischio di Default (rischio derivante dall'inadempimento della controparte per le obbligazioni), il rischio Life (Rischio Vita) e Non-Life (Rischio Non Vita), Intangible (rischio derivante da asset intangibili, ad esempio la proprietà intellettuale) rientrano in rischi non assicurativi il rischio di Default e Market, in quanto non controllabili dall'esercizio delle compagnie

¹⁹(Attuari, 2016)

https://www.google.com/imgres?q=tabella%20rischi%20scr&imgurl=x-row-image%3A%2F%2F%2Fbb744e8620162725174e86f1fb5eb3af748fbacaace0919b65fa0c854632a7dc&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.ordineattuari.it%2Fmedia%2F209263%2F1-maddoni_identificazione_e_valutazione_degli_other_risk_in_solveny_ii.pdf&docid=cKe9yZG-xjqb6M&tbnid=JScWlIZOdLvA8M&vet=12ahUKEwix9vrzxviFAXUihP0HHR-uAgAQM3oECBUQAA.i&w=501&h=376&hcb=2&ved=2ahUKEwix9vrzxviFAXUihP0HHR-uAgAQM3oECBUQAA

assicurative, mentre gli altri rischi rientrano nell'oggetto delle imprese assicuratrici (rischi tecnici).

Il BSCR (BasicSCR) viene definito come il requisito patrimoniale da detenere ai fini della solvibilità, e includendo una sezione per il rischio relativo alle attività immateriali (SCRintangibles) è uguale a:

$$BasicSCR = \sqrt{\sum_{i,j} Corri,j * SCRi * SCRj + SCRintangibles}$$

dove SCR_i è il modulo di rischio per i e SCR_j è il modulo di rischio per j;

i termini i, j indicano che la somma delle diverse componenti dovrebbe ricoprire tutte le combinazioni possibili di i e j. Nello specifico i e j indicano i sei sotto - moduli che compongono il BSCR e Corri,j indica il coefficiente di correlazione lineare tra l'esimo e il j-esimo modulo. SCR intangibles fa riferimento al requisito patrimoniale relativo alle attività immateriali calcolato con la seguente formula:

$$SCRintangible = 0,8 * Vintangible$$

Dove *Vintangibles* è definito come l'importo delle attività immateriali rilevato e valutato ai sensi dell'Art.12,pt.2 del Regolamento Delegato (UE) 2015/35 come “attività immateriali diverse dell'avviamento, salvo l'attività immateriale può essere venduta separatamente e le imprese di assicurazione e riassicurazione possono dimostrare l'esistenza di un valore per attività identiche o simili che è stato calcolato conformemente all'articolo 10, paragrafo 2; nel qual caso l'attività viene valutata conformemente all'articolo 10”, ovvero: “le attività e le passività vengono calcolate utilizzando prezzi di mercato quotati in mercati attivi per le stesse attività o passività²⁰”.

Nel calcolo SCR_i e SCR_j vengono considerati i moduli che seguono:

- SCR non-vita: modulo del rischio di sottoscrizione per l'assicurazione non vita;
- SCR vita: modulo del rischio di sottoscrizione per l'assicurazione vita;
- SCR malattia: modulo del rischio di sottoscrizione dell'assicurazione malattia;
- SCR mercato: modulo del rischio di mercato;
- SCR inadempimento: modulo del rischio di inadempimento da parte della controparte.²¹

²⁰((CE), 2014)

https://www.ivass.it/normativa/internazionale/internazionale-ue/regolamenti-europei/rd-2015-35/Regolamento_delegato_UE_2015-35_della_Commissione.pdf

²¹ (CE), 2009)

https://www.ivass.it/normativa/internazionale/internazionale-ue/direttive/2009-138-ce/direttiva_solvency_II_aggiornata.pdf

La matrice di correlazione per i moduli precedentemente citati è la seguente:

Modulo i, j	Mercato	Inadempimento	Vita	Malattia	Non Vita
Mercato	1	0,25	0,25	0,25	0,25
Inadempimento	0,25	1	0,25	0,25	0,5
Vita	0,25	0,25	1	0,25	0
Malattia	0,25	0,25	0,25	1	0
Non Vita	0,25	0,5	0	0	1

Mediante questa matrice, le dipendenze tra i rischi SCR possono essere calcolate linearmente utilizzando un coefficiente di correlazione lineare.

In conclusione, il risultato finale deve considerare anche il modulo dei rischi operativi (operational risks - SCROp) assieme alle correzioni per la capacità di assorbimento derivante dalle perdite delle riserve tecniche Life (AdjTP) e delle imposte differite (AdjDT); dunque l'SCR finale può essere calcolato come:

$$SCR = BSCR + Adj + SCROp^{22}$$

2.2.2 Metodi di calcolo del rischio SCR: Standard Formula oppure Modelli Interni

Il rischio SCR può essere calcolato utilizzando due metodi: Standard Formula, o per Modelli Interni.

Secondo l'Art.83 del Regolamento 2015/35 in merito alla direttiva Solvency II, la Standard Formula considera le seguenti ipotesi di scenario che hanno impatto sui fondi propri di base di imprese assicurative/riassicuratrici:

il primo scenario prevede che quest'ultimo non modifica l'ammontare relativo al margine nelle riserve tecniche; il secondo assume che non viene modificato il valore dell'insieme di attivi e passivi fiscali differiti; il terzo riguarda l'ipotesi in cui non viene modificato il valore delle partecipazioni future agli utili a carattere discrezionale incluse nelle riserve tecniche; il quarto riguarda un'ipotesi in cui l'impresa non adotta misure di gestione.

Inoltre, l'articolo disciplina che il calcolo delle riserve tecniche derivante dalla valutazione relativa all'impatto dato da uno scenario sui fondi propri di base non altera il valore delle future quote di partecipazioni agli utili discrezionali.

²² (Actuaries, 2016)

Come descritto poi dall'Art.84 che concerne il *metodo look – through*, l'ammontare patrimoniale si calcola considerando le attività degli organismi di investimento collettivo e <<confezionati>>²³ come fondi, e in particolare si applica per:

Esposizioni indirette al rischio di mercato differente da organismi di investimento collettivi e investimenti <<confezionati>> come fondi; esposizioni indirette al rischio di sottoscrizione e al rischio di controparte.

In aggiunta, è fondamentale effettuare ai fini del calcolo del rischio SCR ai sensi dell'Art.88 "una valutazione della proporzionalità alla natura, portata e complessità del rischio includendo un'analisi della natura, ampiezza e complicità dell'insieme dei rischi che rientrano nel modulo/sotto modulo pertinente per l'impresa", e una disamina a livello qualitativo e quantitativo dell'errore presente nel risultato dal calcolo per una divergenza tra le ipotesi relative per il calcolo in relazione al rischio, e i risultati in merito all'analisi di cui al primo punto descritta in precedenza.

Ne consegue che il calcolo non viene considerato corretto se la mancanza derivante da un'errata valutazione qualitativa/quantitativa porta ad un'incorrettezza nella determinazione dell'ammontare patrimoniale, salvo che il calcolo presenti come risultato un patrimonio da detenere superiore a quello che risulta dal calcolo effettuato utilizzando la formula standard.

Seguono poi due approcci per il calcolo dell'SCR secondo Formula Standard:

il primo è il Factor-Based Formula, in forza del quale si applica uno o più fattori per misurare l'applicazione al rischio, e in particolare presenta le seguenti caratteristiche:

- 1) *I fattori vengono opportunamente regolati per considerare la coda della distribuzione. Vengono considerati tutti gli elementi di rischio, quali la volatilità, la tendenza, e il livello di rischio;*
- 2) *I fattori sono uguali o vengono differenziati relativamente a certe caratteristiche;*

Il secondo è lo Scenario Approach, il quale poggia l'analisi relativa all'effetto derivante da scenari sulla posizione finanziaria dell'impresa, definiti separatamente per ogni categoria di rischio, e presenta le seguenti caratteristiche:

- 1) *Prevede il ricalcolo delle attività e passività a seguito del verificarsi di circostanza sfavorevoli, e il calcolo della perdita a causa dell'evento;*
- 2) *Si può basare su scenari identificati dall'autorità o dall'impresa;*

²³ Si intenda per confezionati che le compagnie di riassicurazione devono inviare segnalazioni distinte per categoria di investimento, paese e valuta di emissione; questo approccio deve essere seguito anche per i fondi di fondi, eseguendo un numero sufficiente di reiterazioni del look – through per catturare tutti i possibili rischi reali.

(Massimo, 2017)

https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/qef/2017-0409/QEF_409.pdf&ved=2ahUKewj2scjB3JaFAxWNQfEDHUs3BhcQFnoECBEQAQ&usg=AOvVaw2TxyiRKuzH-OKYKyWZOA7q

Quest'ultimo presenta due casi: Normal e Stressed, e viene utilizzato per Rischi Life Underwriting (UWR), e rischi derivanti dalla volatilità dei mercati finanziari. Nell'ipotesi del primo caso in analisi, le componenti attive e passive vengono calcolate alla data di valutazione rispettando le metodologie valutative disciplinate dall'impianto normativo Solvency II.

Quando si ha il secondo scenario, le componenti relative ad attività e passività sono calibrate in seguito a uno shock prefissato in funzione dalle tecniche di valore al rischio (VaR) ad una probabilità del 99,5% su una linea temporale annuale.²⁴

Passando ad una disamina pratica del calcolo dell'SCR secondo Standard Formula, a sensi dell'Art.87 come riportato nel punto precedente, l'ammontare patrimoniale di base (BSCR) include una sezione per il rischio per asset intangibili ed è calcolato come segue:

$$BasicSCR = \sqrt{\sum_{i,j} Corri,j * SCRi * SCRj + SCRintangibles}$$

Per esempio, calcolando ora nello specifico il patrimonio per il rischio di tariffazione e riservazione per le attività assicurative non vita delle imprese di assicurazione e di riassicurazione captive, ai sensi dell'Art.90, il requisito può essere calcolato nel modo seguente:

$$SCRnl\ prem\ res = \sqrt{0,65 * \sum_s NL_{(pr,s)}^2 + 0,35 * \left(\sum_s NL_{(pr,s)}\right)^2}$$

dove s copre tutti i segmenti per il requisito patrimoniale da calcolare.

Successivamente, l'ammontare di patrimonio per il rischio relativo alla fissazione delle tariffe e di costituzione delle riserve per l'assicurazione non vita di un segmento s è calcolabile nel modo come segue:

$$NL_{pr,s} = 0,6 * \sqrt{V_{(prem,s)}^2 + V_{(prem,s)} * V_{(res,s)} + V_{(res,s)}^2}$$

dove $V (prem, s)$ è il volume per il rischio di tariffazione del segmento; $V (res,s)$ è il volume per il rischio di

²⁴(prof. Savelli Nino, 2017)

https://www.sia-attuari.it/materiale/CorsoFAC-SIA%202017%20_Sav_Zap_Clem_Novembre_2017.pdf

costituzione riserve relative ad un segmento.

Ai sensi dell'Art. 116, paragrafo 3, il volume per il rischio di tariffazione per un segmento s è uguale a:

$$V_{(prem,s)} = \max[P_s; P_{(last,s)}] + FP_{(existing,s)} + FP_{(future,s)}$$

In particolare, P_s è definito come il calcolo stimato dei premi che l'impresa assicurativa/riassicuratrice operante nel segmento s acquisirà nei 12 mesi seguenti. $P_{(last,s)}$ fa riferimento ai contributi acquisiti dall'impresa che opera nel segmento s negli ultimi 12 mesi; $FP_{(existing,s)}$ è il valore attuale delle tariffe assicurative che l'azienda acquisirà dopo i 12 mesi successivi in relazione ai contratti esistenti, e $FP_{(future,s)}$ è il valore attuale atteso dei premi successivi ai 12 mesi per contratti che sono stati stipulati un anno successivo alla data di valutazione del requisito SCR con riferimento al singolo ramo.

Analizzando ora il calcolo del rischio SCR per modelli interni, si faccia riferimento all'Art.223 del Regolamento Delegato (UE) 2015/35 relativo all'utilizzo dei modelli interni, dicendo che *“le imprese di assicurazione e di riassicurazione spiegano, su richiesta delle autorità di vigilanza, i diversi usi del loro modello interno e come esse garantiscono la coerenza tra i diversi risultati quando il modello interno è utilizzato per finalità diverse. Se le imprese di assicurazione e di riassicurazione decidono di non utilizzare il modello interno per una parte del sistema di governance, in particolare per la copertura di eventuali rischi sostanziali, motivano tale decisione”*.

Da qui emerge che il modello interno è un modello che le imprese assicurative possono utilizzare in alternativa alla formula standard, i quali possono riflettere meglio il profilo di rischio da calcolare; è inoltre un modello in forza del quale l'impresa dovrà adempiere ai requisiti con un coinvolgimento partecipativo del consiglio di amministrazione via:

- *Test di utilizzo*; il modello interno viene integrato nei processi decisionali e di governance all'interno delle imprese;
- *Standard di qualità statistica*;
- *Attribuzione di profitto e perdita*: performance del modello relativamente a profitto e perdite;
- Monitoraggio dell'affidabilità del modello.

Si suddivide in due modelli: completo (copre tutte le attività dell'impresa in analisi), e parziale (copre uno/ più settori relativi all'attività dell'impresa).

Inoltre, in osservanza dell'Art.224 che regola l'adeguamento dell'attività è necessario che le imprese garantiscano che il modello interno sia allineato alle loro attività nel modo seguente:

(a) gli approcci di modellizzazione riflettono la natura, l'ampiezza e la complessità dei rischi relativi alle attività svolte dall'impresa;

(b) i risultati e il contenuto delle segnalazioni interne ed esterne dell'impresa siano coerenti;

(c) il modello interno è in grado di produrre risultati sufficientemente dettagliati per importanza relativamente alle decisioni di management;

(d) è previsto che modello interno debba essere adeguato in funzione di cambiamenti dell'attività dell'impresa.

Il modello interno, come descritto dall'Art. 226, svolge una funzione di supporto alle decisioni e integrazione per la gestione del rischio; promuove un calcolo semplificato del requisito patrimoniale di solvibilità riguardando solamente una parte di calcoli necessari ai fini della determinazione del patrimonio, e per la parte residua vengono considerati risultati derivanti dal calcolo precedente del patrimonio (Art.227);rispetta standard di qualità statistica, prevedendo una distribuzione di probabilità che assegna determinate frequenze relative per variazioni dei fondi o di altri importi monetari utilizzabili per determinare le variazioni dei fondi propri di base. In particolare, se un modello interno parziale presenta diverse componenti calcolate separatamente, la distribuzione di probabilità prevista viene calcolata per ciascuna componente (Art.228).

Ai sensi dell'Art.232 e dell'Art.121 paragrafo 4, il modello deve essere in grado di classificare tutti i rischi coperti quando il grado di classificazione dei rischi è in coerenza con la classificazione dei rischi utilizzata nel modello interno e con la classificazione dei rischi utilizzata nel sistema gestionale; viene valutato almeno trimestralmente se è in grado di coprire i rischi quantificabili sostanziali nel suo ambito applicativo (Art.233)²⁵.

Questo modello non comprende però i rischi derivante dalle seguenti situazioni, citati dall'Art.235:

a) gli accordi contrattuali relativi alla tecnica di attenuazione del rischio;

b) in caso di inadempimento, o insolvenza, le imprese di assicurazione e di riassicurazione non hanno un credito diretto nei confronti della controparte;

²⁵ (Europeo P. E., EUR-Lex, 2009)

c) *le disposizioni di legge sottese relativa alla tecnica di attenuazione del rischio non contengono riferimenti espliciti ad esposizioni al rischio.*

Quando l'esposizione al rischio non è coperta dell'impresa assicurativa in tutti i casi, quest'ultimo non viene considerato adeguato, in quanto non riflette correttamente il rischio dato dalle tecniche di attenuazione del rischio in conformità all'Art. 121, paragrafo 6, della direttiva 2009/138/CE²⁶.

Nell'ipotesi in cui la tecnica di attenuazione del rischio è soggetta alla condizione che esula dal controllo diretto dall'impresa, il modello interno non riflette adeguatamente il rischio derivante dalla tecnica di attenuazione del rischio.

Ulteriori circostanze in cui il modello interno non funziona in modo efficace sono elencata dall'Art.245, quali:

(a) i rischi non sono coperti;

(b) la modellizzazione è limitata;

(c) vi è incertezza in merito alla natura, il grado e le fonti relativamente al modello;

(d) i dati utilizzati nel modello interno sono carenti e mancano dati per il calcolo del modello interno;

(e) vi sono rischi che derivano dall'uso del modello, e dati esterni;

(f) il modello presenta limiti tecnologici e di governance.

Per quanto concerne i modelli interni parziali (Art.239), ai fini dell'integrazione del modello secondo formula standard, le imprese utilizzano le matrici e le formule di correlazione della formula standard. Affinché l'integrazione sia appropriata l'ammontare patrimoniale deve considerare secondo l'Art.101 della direttiva 2009/138/CE tutti i rischi quantificabili, riflettendo il profilo di rischio dell'impresa in questione, consentita l'integrazione nella formula standard.²⁷

²⁶<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0138>

²⁷<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0138>

Di conseguenza, confrontando i modelli interni con la formula standard, è evidente che quest'ultima è una tecnica di calcolo del rischio SCR maggiormente certa, essendo approvata dalla direttiva Solvency II in tutti i casi; al contrario i modelli interni (completi/parziali) possono condurre le imprese a errori di valutazione del rischio, pur essendo un metodo più preciso e personalizzato, promuovendo più flessibilità e adattabilità; questi però, come vedremo meglio successivamente, devono essere approvati dalle autorità di vigilanza.

2.1.3 Calcolo del rischio secondo Standard Formula

Come analizzato in precedenza, il rischio SCR secondo Standard Formula si calcola mediante la matrice di correlazione che evidenzia le dipendenze lineari tra i vari sotto moduli dei rischi SCR prima citati, considerando anche il modulo dei rischi operativi (operational risks - SCRop), gli aggiustamenti per la capacità di assorbimento delle perdite delle riserve tecniche Life (AdjTP) e delle imposte differite (AdjDT).

Ora, vorrei analizzare nello specifico i seguenti moduli del rischio SCR disciplinati dal Regolamento delegato (UE) 2015/35 della Commissione Europea; partendo dall'Art.103 che disciplina il calcolo semplificato del patrimonio per il rischio di tasso di interesse per le imprese assicurative/di riassicurazione captive:

In particolare, ai sensi dell'Art.103 citato le imprese possono calcolare l'ammontare per il rischio di tasso di interesse come: *la somma dei requisiti patrimoniali per il rischio di un incremento della struttura per scadenza dei tassi di interesse/per il rischio di riduzione della struttura per scadenza dei tassi;*

dove, il patrimonio richiesto per l'aumento della struttura dei tassi di interesse è calcolabile nel modo seguente:

$$IRup = \sum_i MVALi * duri * ratei * stress(i, up) - \sum_{lob} BElob * durlob * ratelob * stress(lob, up)$$

Analizzando la formula, la prima componente della formula copre gli intervalli di scadenza, *i* quali quelli disciplinati da paragrafo 4 del presente articolo, ovvero:

- a) *per una scadenza fino a un anno, dove la durata semplificata (duri) è di 0,5 anni;*
- b) *per scadenze comprese tra 1 e 3 anni, dove la durata semplificata è di 2 anni;*
- c) *per scadenza comprese tra 3 e 5 anni, dove la durata semplificata è di 4 anni;*
- d) *per scadenza comprese tra 5 e 10 anni, dove la durata semplificata è di 7 anni;*
- e) *per scadenza comprese da 10 anni in poi, dove la durata semplificata è di 12 anni;*

$MVALi$ è definito come l'importo per il quale le attività possono essere scambiate tra parti consenzienti in un'operazione svolta in condizioni normali di mercato, e le passività al quale potrebbero essere trasferite, o regolate (Art.75 della direttiva 2009/138/CE considerando le attività meno le passività diverse dalle riserve tecniche per l'intervallo della scadenza i).

La $duri$ è definita come la durata semplificata dell'intervallo di scadenza i ; $ratei$ indica il tasso privo di rischio (risk free); $stress(i, up)$ è definito come lo stress crescente per il tasso di interesse.

Analizzando la seconda somma, questa osserva le attività relative alle obbligazioni di assicurazione non vita, proporzionale e non proporzionale non vita, assicurazione e riassicurazione vita (allegato I aree di attività della direttiva 2009/138/CE);

$BElob$ è definita come la stima più accurata per l'attività di lob ; $durlob$ è la durata modificata relativamente alle attività di lob ; $ratelob$ è il tasso privo di rischio pertinente all'area di attività lob ; $stress(lob, up)$ è lo stress crescente relativo per la durata modificata $durlob$.

$$IR_{down} = \sum_i MVALi * duri * ratei * stress(i, down) - \sum_{lob} BElob * durlob * ratelob * stress(lob, down)$$

Rispettivamente qui riporto la formula per il calcolo del patrimonio dove considero il rischio per una riduzione della struttura dei tassi; rispetto alla formula precedentemente analizzata, $stress(i, down)$ evidenzia uno stress in diminuzione del tasso, e $stress(lob, down)$ è definibile come lo stress decrescente per la durata modificata $durlob$.

Gli altri componenti della formula assumono lo stesso significato rispetto alla formula prima analizzata.

Passando in analisi all'Art.104 della medesima direttiva, analizziamo il calcolo del rischio di spread relativo a obbligazioni e prestiti, considerando i parametri di cui all'Art. 88 quali:

- (a) una valutazione della natura, portata e ampiezza dell'insieme dei rischi dell'impresa che rientrano nel modulo/sotto modulo pertinente;
- (b) una valutazione qualitativa e quantitativa dell'errore introdotto nei risultati relativamente a uno scostamento tra ipotesi sottese al calcolo in relazione al rischio.

Se per il rischio di spread per obbligazioni e prestiti $SCRbonds$ è uguale alla perdita derivante da fondi dato

un calo di *stressi* per il valore di ciascuna obbligazione o prestito, allora:

$$SCRbonds = MV^{bonds} * \left(\sum_i \%MV_i^{bonds} * stress_i + \%MV_{norating}^{bonds} * \min[dur_{norating} * 0,03; 1] \right) + \Delta Liab_{ul}$$

Nello specifico:

SCRbonds è definito come il patrimonio da detenere per il rischio di spread relativo a obbligazioni e finanziamenti.

MV bonds è il valore delle attività soggette ai requisiti patrimoniali per il rischio di spread;

%MVIbonds è la percentuale di portafoglio relativo ad attività soggette a un requisito patrimoniale per il rischio di spread classificato mediante classe di merito di credito *i*;

%MV bonds norating è la parte del portafoglio delle attività soggette a un requisito patrimoniale per le quali non è disponibile una valutazione del merito di credito;

dur i, e *dur norating* indicano la durata modificata in anni delle attività soggette a un requisito patrimoniale per il rischio di spread, se non è disponibile una valutazione del merito di credito;

stress i è una funzione della classe di merito di credito *i* e della durata modificata denominata in anni delle attività soggette a un requisito patrimoniale per il rischio di spread;

ΔLiab ul è definito come l'aumento dato dalle riserve tecniche sottratto il margine di rischio per le polizze assicurative, dove i contraenti assumono il rischio d'investimento utilizzando opzioni e garanzie incorporate, dato da una possibile diminuzione del valore delle attività per il rischio di spread per obbligazioni di:

$$MV^{bonds} * \left(\sum_i \%MV_i^{bonds} * stress_i + \%MV_{norating}^{bonds} * \min[dur_{norating} * 0,03; 1] \right)$$

Stress_i per ogni classe di merito di credito *i*, corrisponde al prodotto tra la *duri* e *bi*, dove *duri*, come affermato in precedenza, è la durata modificata in anni della attività per il rischio di *spread* relativo obbligazioni e prestiti con la classe di merito di credito *i*, e *bi* viene determinato nel modo seguente:

Classe di merito di credito <i>i</i>	0	1	2	3	4	5	6
<i>bi</i>	0,9%	1,1%	1,4%	2,5%	4,5%	7,5%	7,5%

Applicando il calcolo del rischio SCR nella sezione del rischio di spread, questo è calcolabile nel modo seguente:

$$SCR_{spread} = SCR_{bonds} + SCR_{securization} + SCR_{cd}$$

Dove:

- (a) *SCR bonds* corrisponde al requisito patrimoniale per il rischio di spread relativo a obbligazioni e prestiti;
- (b) *SCR securization* è il requisito patrimoniale per il rischio di spread relativo a posizioni verso una cartolarizzazione;
- (c) *SCR cd* è il requisito patrimoniale per il rischio di spread relativo a derivati su crediti.²⁸

2.1.4 Calcolo del rischio secondo Modelli Interni e MCR

L'utilizzo di modelli interni alla formula standard viene configurato come un metodo alternativo per il calcolo dell'SCR. Affinché venga effettivamente adoperato è necessario che venga approvato dalle autorità di vigilanza; in particolare i modelli parziali possono essere utilizzati per tutta l'attività assicurativa oppure per uno o più settori di attività rilevanti (per comprendere il profilo di rischio dell'impresa riguardo i rischi che vogliono essere analizzati). Inoltre, è necessario che i sistemi finalizzati all'identificazione, misura, controllo, e gestione dei rischi delle imprese, siano adeguati a realizzare a pieno le funzioni del modello descritte in precedenza.

L'impresa di fatto deve avviare una fase *preliminare di preparazione dell'uso* del modello interno, la quale deve fornire prova dei requisiti di carattere qualitativo e quantitativo per lo svolgimento efficace ed efficiente a partire dal processo autorizzativo del modello²⁹.

²⁸ (Europea, EUR-Lex, 2014)

²⁹ (IVASS), 2015)

https://www.ivass.it/normativa/nazionale/secondaria-ivass/lettere/2015/lm-07-28-2/Lettera_al_mercato_MI_2015.pdf

Analizzando ora l'ammontare patrimoniale *minimo* (MCR) ai sensi dell'Art.248 del Regolamento delegato (UE) 2015/35, questo è uguale a:

$$MCR = \max(MCR_{combined}; AMCR)$$

In particolare, $MCR_{combined}$ considera l'ammontare patrimoniale minimo combinato;

$AMCR$ è il minimo assoluto che corrisponde a 2,200.000 EUR per le imprese assicurative non life, incluse le imprese captive; 3,200.000 EUR per le imprese di assicurazione vita, comprese le assicurazioni captive; 3,200,000 EUR per le imprese di riassicurazione escluse le imprese riassicuratrici captive, per le quali il requisito patrimoniale minimo non può essere di una quantità inferiore pari a 1,000.000 EUR.³⁰

Il requisito patrimoniale minimo viene definito come *un ammontare di own funds (fondi propri) di base al di sotto di cui i contraenti sarebbero esposti per un livello di rischio definito inaccettabile, dal momento in cui fosse consentito alle imprese assicurative e riassicuratrici di svolgere le loro attività.*

Viene calcolato sulla base di una funzione di carattere lineare che considera l'insieme delle riserve tecniche, premi contabilizzati, capitale a rischio, imposte differite e costi amministrativi dell'impresa.³¹

Quest'ultimo non può comprendere valori minori del 25% né maggiori del 45% rispetto all'SCR, e viene calcolato almeno ogni tre mesi.

Il requisito patrimoniale minimo *combinato* citato nella formula precedente si calcola nel modo che segue:

$$MCR_{combined} = \min(\max(MCR_{linear}; 0,25 * SCR) ; 0,45 * SCR)$$

Dove:

MCR_{linear} è il capitale patrimoniale minimo lineare calcolato secondo gli Art. 249 – 251 che tratteremo in seguito;

SCR è l'ammontare patrimoniale calcolato con la standard formula, oppure attraverso l'utilizzo alternativo di un modello interno completo/parziale.

In forza dell'Art.249 della direttiva 2009/138/CE il requisito patrimoniale lineare presente nella formula

³⁰ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0138>

³¹ (S.r.l.), 2016)
<https://www.studio-visintin.it/wp-content/uploads/2020/05/Danni-Focus-Area-Tecnica-II-ruolo-dell-attuario-nel-quadro-normativo-attuale.pdf>

esposta in precedenza è uguale a:

$$MCR_{linear} = MCR_{(linear,nl)} + MCR_{(linear,l)}$$

$MCR (linear, nl)$ esprime la parte lineare della formula per titoli di debito (obbligazioni) nel settore dell'assicurazione e riassicurazione per rischi non vita, mentre $MCR (linear, l)$ è la componente della formula per obbligazioni di matrice assicurativa e riassicuratrice life.

Ora, vorrei approfondire il calcolo del requisito patrimoniale minimo distinguendo per bond life e non (Art.250 e 251 del Regolamento Delegato UE 2015/35):

Nel primo caso (Art.250) la componente della formula linea viene calcola nel modo seguente:

$$MCR_{(linear,nl)} = \sum_s \alpha_s * TP_{(nl,s)} + \beta_s * P_s$$

La somma copre i seguenti fattori di rischio:

Segmento	Fattori per le riserve tecniche per il segmento s (α) s	Fattori per i premi contabilizzati per il segmento s (β) s
Assicurazione spese mediche	4,7 %	4,7 %
Assicurazione protezione del reddito	13,1 %	8,5 %

Assicurazione di compensazione dei lavoratori	10,7 %	7,5%
Assicurazione e riassicurazione sulla responsabilità civile risultante da circolazione di autoveicoli	8,5 %	9,4 %
Altre assicurazioni e riassicurazioni proporzionali per autoveicoli	7,5 %	7,5%
Assicurazione e riassicurazione proporzionale nel settore marittimo, aeronautico e dei trasporti	10,3 %	14%
Assicurazione e riassicurazione proporzionale per l'incendio e altri danni ai beni	9,4 %	7,5 %
Assicurazione e riassicurazione proporzionale sulla responsabilità civile generale	10,3%	13,1%
Assicurazione e riassicurazione proporzionale per il credito e di cauzione	17,7 %	11,3 %
Assicurazione e riassicurazione proporzionale per tutela giudiziaria	11,3 %	6,6 %
Assicurazione e riassicurazione proporzionale per l'assistenza	18,6 %	8,5 %
Assicurazione e riassicurazione proporzionale di perdite pecuniarie di vario genere	18,6 %	12,2 %

Riassicurazione non proporzionale danni a beni RC	18,6 %	15,9 %
Riassicurazione non proporzionale marittima, aeronautica e trasporti	18,6 %	15,9 %
Riassicurazione non proporzionale beni	18,6 %	15,9 %
Riassicurazione non proporzionale malattia	18,6 %	15,9 %

32

Qui riporto gli elementi per il calcolo in merito ai titoli di debito di imprese di assicurazione/riassicuratrici non vita definiti dal Regolamento:

TP (nl,s) sono riserve tecniche senza margine rischioso nel segmento s; P s sono premi registrati nell'ultimo anno per le obbligazioni assicurative e riassicuratrici; (α) s indica fattori per le riserve tecniche inerenti il segmento s; (β) s quelli per i premi registrati per il medesimo segmento.

Nel secondo caso (Art.251) la componente della formula viene calcolata come descritto in seguito:

$$MCR_{linear,l} = 0,037 * TP_{(life,1)} - 0,052 * TP_{(life,2)} + 0,007 * TP_{(life,3)} + 0,021 * TP_{(life,4)} + 0,0007 * CAR$$

Dove gli elementi di calcolo per obbligazioni riguardo imprese di assicurazione/riassicurazione vita sono i seguenti:

TP (life,1) sono riserve tecniche senza margine di rischio per prestazioni per obbligazioni di assicurazione vita, e per obbligazioni di riassicurazione dove le obbligazioni assicurative nel settore vita comprendono

³² https://www.ivass.it/normativa/internazionale/internazionale-ue/regolamenti-europei/rd-2015-35/Regolamento_delegato_UE_2015-35_della_Commissione.pdf

partecipazione agli utili; TP (life,2) sono riserve tecniche senza margine di rischio per future partecipazioni ad utili discrezionali per obbligazioni assicurative settore vita con partecipazione agli utili; TP (life,3) le riserve tecniche senza margine di rischio per obbligazioni di assicurazione vita collegate ad un indice e a quote (index-linked e unit-linked); TP (life,4) sono riserve tecniche senza margine di rischio per tutte le altre obbligazioni di assicurazione e di riassicurazione vita;

CAR indica l'importo complessivo del capitale rischioso espresso come la somma del capitale a rischio dei contratti, laddove il capitale a rischio di un contratto è l'importo più elevato tra zero e la differenza tra i due seguenti importi:

la somma dell'importo che l'impresa paga mortis causa o per invalidità degli assicurati in base al contratto e del valore attuale degli importi che l'impresa paga nel futuro per morte immediata o invalidità degli assicurati in base al contratto, e la stima più corretta delle obbligazioni corrispondenti.³³

³³ (Europea, EUR-Lex, 2014)

Capitolo 3

Analisi del rischio di tasso

3.1 Duration, Volatility e Convexity come indicatori temporali e indici di variabilità

La duration, detta anche durata media finanziaria, è definita come la media delle scadenze ponderate per il valore attuale calcolato in base al TIR (rendimento) dell'operazione; in formula:

$$D(i) = \frac{\sum_{t=1}^n t * R_t * v^t}{\sum_{t=1}^n R_t * v^t}$$

Dove il numeratore esprime la ponderazione dei valori attuali dei flussi al tasso di attualizzazione i per il tempo t , e il denominatore rappresenta il prezzo del prodotto finanziario.³⁴

Questo indicatore fornisce sinteticamente la durata dell'operazione in termini finanziari; viene utilizzato per misurare in modo approssimativo quanto varia il prezzo di un titolo obbligazionario a seguito della variazione dei tassi di interesse (da cui deriva il rischio di tasso di interesse).³⁵

Di conseguenza per un'elevata duration ne consegue un'alta sensibilità dei titoli al cambiamento dei tassi di interesse, viceversa per titoli con duration minore i titoli sono meno sensibili alla variazione dei tassi.

Sebbene la duration sia un metodo che misura in modo efficace il rischio di variazione dei tassi di interesse per un titolo, è necessario introdurre un'altra misura, che sia più precisa nella misurazione della volatilità del titolo, in quanto la duration in sé e per sé rimane un metodo approssimativo nella misurazione del rischio di tasso. Perciò, si utilizza la *duration modificata* (anche detta volatility), che corrisponde in formula a:

$$\frac{-1}{1+i} * D(i)$$

dove, dividendo la duration per il fattore $1+i$ si ottiene una stima più corretta della volatilità del prezzo al variare dei tassi.

Più precisamente, la variazione del prezzo in corrispondenza di cambiamenti di tasso è misurata come segue:

$$\frac{-D(i)}{1+i} * \Delta i$$

³⁴ $v_t = (1+i)^{-t}$

³⁵ (Italiana, 2018)

In particolare, Δi esprime il delta derivante dalla variazione per il tasso.

Dato che però nei mercati finanziari i titoli potrebbero avere differenti reazioni all'aumentare/diminuire dei tassi, è necessario adottare un'ulteriore misura, che riesca a cogliere questa sensibilità/reazione diversa dei titoli, ovvero la *Convexity*³⁶.

Nello specifico, con la sola duration non si riesce a percepire la differente reazione dei titoli, e questo aspetto deriva dallo studio della convessità della funzione *valore del titolo* (quindi la derivata seconda rispetto al tasso di rendimento dei titoli); di fatto la duration essendo ottenuta via la derivata prima di una funzione esprime geometricamente solo il coefficiente angolare e non la curvatura.

In formule la *Convexity* si esprime nel modo seguente:

$$\frac{1}{(1+i)^2} * [D(i) + D^2(i)]$$

E corrisponde a:

$$\frac{1}{(1+i)^2} * \frac{\sum_{t=1}^n (t + t^2) * Rt * (1+i)^{-t}}{\sum_{t=1}^n Rt * (1+i)^{-t}}$$

Grazie a questa formula possiamo determinare la variazione percentuale del prezzo aumentata in caso di *ribasso* dei tassi o attenuata in caso di *rialzo* dei tassi; perciò, all'aumentare della Convexity aumenta la variazione positiva del valore del titolo al diminuire del tasso, e si attenua la variazione negativa al crescere del tasso. Si rileva perciò che per misurare il rischio di variazione dei tassi di interesse, al ribasso o al rialzo, la Convexity sia una misura più approfondita per gli operatori nei mercati finanziari³⁷.

³⁶ La volatility misura le oscillazioni di prezzo a fronte di variazioni dei tassi di mercato, ma presuppone che tutti i titoli analizzati abbiano la stessa reazione alla variazione dei tassi.

³⁷ (Crenca, Fersini, Melisi, Olivieri, & Pelle, marzo 2018)

3.1.1 Maturity Adjusted Gap approach

Un altro approccio per misurare il rischio di tasso di interesse è il “*Maturity Adjusted Gap Approach*”. Mediante una *Maturity Gap Analysis* si misura la divergenza tra la data di riprezzamento medio delle attività e passività, utilizzando lo scadenziario delle voci attive e passive di bilancio.

In particolare, se questo disallineamento ha un valore positivo il margine di interesse della banca è soggetto ad una variazione in aumento (positiva) dei tassi; viceversa, nell’ipotesi in cui il disallineamento è negativo, il margine di interesse è soggetto a un ribasso dei tassi di interesse.³⁸

Nello specifico, le poste di bilancio possono essere raggruppate nel seguente schema:

Attività	Passività
Attività reattive per variazioni dei tassi di mercato	Passività reattive per variazioni dei tassi di mercato
Attività non sensitive alle variazioni dei tassi	Passività non sensitive alle variazioni dei tassi

Le voci che scadono entro un anno/nell’ipotesi in cui subiscono una revisione contrattuale annualmente sono considerate come sensibili; al contrario per un periodo maggiore a 1 anno sono classificate come non sensibili.

Mediante questa classificazione è possibile quantificare il rischio di tasso di interesse nel modo che segue:

$$Gap = As - Ps$$

Dove, Gap indica la deviazione derivante dal disallineamento tra le poste di bilancio, As e Ps sono rispettivamente l’insieme di attività e passività sensibili per variazioni dei tassi.

Applicando questa formula, si hanno tre differenti ipotesi:

³⁸ (Mishkin, G.Eakins, & Beccalli, settembre 2019)

- 1) Gap positivo: il valore derivante dalle attività sensitive è maggiore delle passività (sensitive). Quindi l'intermediario in questo caso è esposto alle variazioni dei tassi dal lato attivo (*assets*); in particolare, le attività avranno un riprezzamento per differenti condizioni dei tassi di mercato;
- 2) Gap negativo: Il valore delle attività sensibili è minore di quello delle passività sensibili. Di conseguenza l'istituzione finanziaria è esposta alle oscillazioni dei tassi dal lato passivo (*liabilities*); al verificarsi di una fluttuazione di questi, le passività vedranno deprezzarsi per nuovi scenari di mercato;
- 3) Gap nullo: non vi è disallineamento tra attività e passività sensitive. Cambiamenti dei tassi non provocheranno differenze tra attività e passività.³⁹

3.1.2 Duration Gap approach

Un approccio ulteriore per misurare il rischio di tasso è il *Duration Gap Approach*.

Mediante questo metodo vengono analizzate le differenze nel tempo dei flussi generati dalle voci di attivo e passivo in bilancio, con il fine la quantificazione degli effetti derivanti dalla modificazione dei tassi di interesse sul valore del patrimonio.

Utilizzando quest'approccio, vengono considerati il valore di mercato e la *modified duration* (duration modificata) delle attività e passività, calcolando successivamente il delta risultante dalla differenza tra la duration media ponderata degli attivi (*assets*) e passivi (*liabilities*). In questo modo, vengono quantificati gli effetti dati dalla variazione dei tassi di interesse mediante un'approssimazione lineare. Rispetto all'approccio precedentemente analizzato, questo è di tipo *patrimoniale*, in quanto viene studiato l'impatto sul patrimonio netto dell'istituzione finanziaria per un cambiamento dei tassi.

Al contrario il maturity gap approach è reddituale, in quanto vengono analizzate gli effetti sulla redditività futura dell'istituzione dato dal grado di divergenza tra la data di riprezzamento medio delle poste attive e passive.

Grazie allo studio del divario tra la duration modificata per la componente attiva e passiva, viene quantificato l'impatto in bilancio sul valore del patrimonio dato dalle oscillazioni dei tassi; ne consegue che maggiore è il divario della duration, tanto più reattivo sarà il valore del patrimonio dell'istituzione finanziaria al verificarsi di una modifica delle condizioni di mercato.

Possono essere distinti differenti scenari:

³⁹ (Aliano, 2020)

- 1) Duration Gap positivo: la durata modificata della componente attiva è più grande di quella passiva. Per un aumento dei tassi di interesse il valore delle attività scende in misura maggiore di quello attinente alle passività, da cui il patrimonio netto diminuisce. Di converso, al diminuire dei tassi il valore del passivo scende in misura maggiore del valore dell'attivo, causando un aumento del valore del patrimonio.
- 2) Duration Gap negativo: la durata modificata delle attività è minore di quella delle passività. Per una variazione in aumento dei tassi di interesse, l'importo corrispondente alle attività scende in misura minore di quello delle passività, da cui deriva che il patrimonio aumenta. Di converso, al diminuire dei tassi il valore del passivo scende in misura minore del valore dell'attivo, causando una diminuzione del valore del patrimonio.
- 3) Duration Gap nullo: non vi è divergenza tra la duration modificata dell'insieme delle attività e delle passività. In questo scenario il valore dell'attivo è meno esposto al rischio dato dall'oscillazione dei tassi, in quanto i flussi generati dalle voci dell'attivo di bilancio sono allineati con i flussi del passivo.

In formula, ora vorrei mostrare un'applicazione pratica su un portafoglio finanziario analizzando l'impatto per un cambiamento dei tassi di mercato inerenti al rendimento per il valore di un portfolio finanziario (P). Questo lo calcoliamo a partire dalla differenza tra il valore della componente attività e passività, che stimo nel modo che segue:

$$\Delta P = -[D_a A - D_l] * \left[\frac{\Delta r}{1 + r} \right]$$

La quale è equivalente a:

$$\Delta P = - \left[D_a - D_l \left(\frac{L}{A} \right) \right] A * \left[\frac{\Delta r}{1 + r} \right]$$

Dove gli effetti dati dal cambiamento dei tassi sul valore del patrimonio dipendono dal discostamento tra la duration degli attivi e passivi; di conseguenza misuro il duration gap, che in formula è dato da:

$$DG = DI - DL \left(\frac{L}{I} \right)$$

Dipende inoltre dall'attività di intermediazione finanziaria (I) e dallo shock per i tassi al ribasso o al rialzo ($\Delta r/(1+r)$).

Quando il valore della componente attiva è maggiore di quello della parte passiva (A è maggiore di L), si avrà che l'importo netto del portafoglio sarà positivo ($E > 0$).

Nell'ipotesi in cui $D_a > D_l L/A$, e il duration gap è positivo, le attività saranno maggiormente influenzabili da un cambiamento dei tassi di rispetto alla componente passiva, dove l'importo del patrimonio aumenterà per tassi in diminuzione, e sarà minore per un aumento di questi.

Al contrario quando $D_a < D_l L/A$, e il duration gap è negativo, le attività saranno in misura minore influenzabili da un cambiamento dei tassi rispetto alle passività, dove l'importo del patrimonio diminuirà per una diminuzione dei tassi, e aumenterà per un aumento di questi⁴⁰.

3.2 Management del rischio di tasso di interesse

Per gestione del rischio si intenda in questa istanza gestione del rischio per una variazione dei tassi di interesse, con impatto sul capitale di solvibilità al verificarsi rispettivamente di un aumento della struttura per scadenza dei tassi di interesse, e viceversa per un calo.

In particolare, analizzando la prima ipotesi, il capitale per il rischio di un incremento corrisponde al minore valore dei fondi propri per un incremento dei tassi privi di rischio (risk free), come mostrato dalla tabella seguente:

Scadenza (in anni)	Incremento
1	70 %
2	70 %
3	64 %
4	59 %
5	55 %
6	52 %
7	49 %
8	47 %

⁴⁰ (Aliano, 2020)

9	44 %
10	42 %
11	39 %
12	37 %
13	35 %
14	34 %
15	33 %
16	31 %
17	30 %
18	29 %
19	27 %
20	26 %
90	20 %

Analizzando il secondo scenario, il requisito di patrimonio per un calo dei tassi corrisponderebbe alla perdita di fondi derivante da un calo dei tassi; riporto per completezza anche qui la tabella:

Scadenza (in anni)	Calo
1	75 %
2	65 %
3	56 %
4	50 %
5	46 %
6	42 %
7	39 %
8	36 %
9	33 %

10	31 %
11	30 %
12	29 %
13	28 %
14	28 %
15	27 %
16	28 %
17	28 %
18	28 %
19	29 %
20	29 %
90	20 % ⁴¹

Di conseguenza è di fondamentale importanza per le compagnie assicurative valutare il rischio SCR al netto delle variazioni dei tassi di interesse, al rialzo o al ribasso, che possono aumentare o rendere minore la necessità di capitale assicurativo (per una perdita di fondi); questo deve avvenire per onorare l'assicurato che presenta un contratto di polizza assicurativa con un'impresa di assicurazione.

Nello specifico, vedremo nel caso pratico il calcolo del requisito patrimoniale di solvibilità (SCR) secondo Standard Formula con aggiustamento alla volatilità dei titoli (Volatility Adjustment) analizzando due ipotesi:

- 1) Basic Risk-Free Curves with VA (Curve dei tassi risk free con aggiustamento alla volatilità)
- 2) Basic Risk-Free Curves with VA e SCR shock up (Curve dei tassi risk free con aggiustamento alla volatilità e shock in alto SCR)

3.2.1 La struttura per scadenza dei tassi a pronti

Ai fini della definizione della struttura per scadenza dei tassi a pronti, vorrei prima definire il concetto di struttura per scadenza dei tassi di interesse, quale è l'insieme dei tassi che si sono formati in un mercato deterministico e completo (ovvero un mercato dove all'epoca $t=0$ si conosce il prezzo che si formerà all'istante

⁴¹ (Europea, EUR-Lex, 2014)

$t=1$ e quando in ogni momento t temporale e orizzonte n prefissato è possibile trovare tutti i titoli a pronti e a termine nel mercato in analisi).

Analizzando ora la struttura per scadenza dei tassi a pronti, vorrei definire il concetto di tassi a pronti; questi sono tassi *spot*, ovvero tassi concordati all'epoca t per cui l'investimento inizia in t stesso.

Partendo dall'assunto per cui $v(0, t)$ rappresenta il prezzo all'epoca 0 di un titolo unitario con scadenza in t , possiamo definire con $r(0, t)$ il valore nominale di un titolo con scadenza in t il cui prezzo in 0 è unitario.

In formula:

$$v(0, t) = \frac{1}{r(0, t)}$$

Di conseguenza è possibile ricavare per formula inversa:

$$r(0, t) = \frac{1}{v(0, t)}$$

In quanto abbiamo discusso in precedenza che la struttura dei tassi di interesse assume che i tassi siano in un mercato deterministico vale la seguente relazione:

$$v(1, 2) = \frac{v(0, 2)}{v(0, 1)}$$

o anche:

$$v(t + 1, t + 2) = \frac{v(t, t + 2)}{v(t, t + 1)}$$

Allora possiamo dire che analizzando i valori nominali con prezzi unitari, in un mercato deterministico e completo:

$$r(1, 2) = \frac{r(0, 2)}{r(0, 1)}$$

Perciò, possiamo esprimere la relazione in funzione dei valori nominali:

$$r(0, n) = r(0, 1) * r(1, 2) * r(2, 3) * r(n - 1, n)$$

e in funzione dei tassi di interesse come:

$$[1 + i(0, n)] = [1 + i(0,1)] * [1 + i(1,2)] * [1 + i(2,3)] * [1 + i(n - 1, n)]$$

$\bar{i}(0, n)$ è il tasso che vale per tutti i periodi n considerati e può essere espresso come il tasso il cui fattore di capitalizzazione è una media geometrica dei fattori di capitalizzazione per i singoli tassi valevoli periodo per periodo. In formula:

$$\bar{i}(0, n) = \sqrt[n]{[1 + i(0,1)] * [1 + i(1,2)] * [1 + i(2,3)] * [1 + i(n - 1, n)]} - 1$$

$\bar{i}(0,1)$, $\bar{i}(0,2)$, $\bar{i}(0, n)$ esprimono i tassi per i periodi unitari incorporati nei prezzi dei titoli emessi all'epoca 0 e scadenti rispettivamente all'epoca 1,2, e n . Insieme esprimono la struttura dei tassi per scadenza (curva dei tassi).

Mediante questi tassi possiamo determinare futuri tassi a pronti a partire dalla discussione di questo esempio:

Supponiamo di investire all'epoca $t = 0$ una somma pari a 1 euro per due anni

All'epoca 0 a partire dalla curva dei tassi il valore nominale di un titolo che possiamo acquistare è dato da:

$$[1 + \bar{i}(0,2)]^2$$

Allo stesso modo considerando un titolo che scade tra cinque anni il valore nominale è dato da:

$$[1 + \bar{i}(0,5)]^5$$

Possiamo dire che:

$$[1 + \bar{i}(0,5)]^{(5)} = [1 + \bar{i}(0,2)]^2 * [1 + \bar{i}(2,5)]^{5-2}$$

Da cui:

$$\bar{i}(2,5) = \left\{ \frac{[1 + \bar{i}(0,5)]^5}{[1 + \bar{i}(0,2)]^2} \right\}^{\frac{1}{3}} - 1$$

In questo modo, la curva dei tassi di interesse al tempo 0 per operazioni a 2 e a 5 anni incorpora le aspettative degli operatori finanziari sul tasso che si formerà all'epoca $t = 2$ per operazioni che scadono all'epoca $t = 5$.

Dove in generale:

Dato $0 < t < n$,

$$\bar{i}(t, n) = \left\{ \frac{[1 + \bar{i}(0, n)]^n}{[1 + \bar{i}(0, t)]^t} \right\}^{\frac{1}{n-t}} - 1$$

$\bar{i}(0, s)$ e $\bar{i}(0, n)$ ci indicano il tasso annuo per operazioni che iniziano in zero e finiscono in t ed n rispettivamente ricavati dai prezzi per operazioni a t e a n formati sul mercato. Per un'analisi più approfondita e completa della curva dei tassi vedremo successivamente anche la struttura per scadenza dei tassi a termine e tassi forward istantanei, assieme al modello di Nelson – Siegel.⁴²

3.2.2 La struttura per scadenza dei tassi a termine e tassi forward istantanei e Modello di Nelson – Siegel

Dopo aver analizzato la struttura per scadenza dei tassi a pronti, ora vorrei analizzare la struttura dei tassi a termine e tassi forward istantanei, e il modello di Nelson Siegel che ritengo inerente al tema della struttura per scadenza dei tassi.

La struttura per scadenza dei tassi di interesse a termine include prezzi a termine, ovvero prezzi dei titoli fissati in u , da pagare in data x , per avere il montante all'epoca y .

In formula è il seguente:

$$v(u, x, y)$$

Da notare che quando in un'operazione finanziaria la data di contrattazione (u per i tassi a termine) coincide con la data di pagamento (x per i tassi a termine), si parla di operazione a pronti.

In formula quindi si deduce che:

⁴² (Crenca, Fersini, Melisi, Olivieri, & Pelle, marzo 2018)

$$v(u, x, y) = v(x, y)$$

Combinando le operazioni a pronti e le operazioni a termine, gli operatori finanziari all'interno del mercato finanziario possono compiere arbitraggio (un insieme di operazioni a pronti/termine che su un mercato con disallineamenti di prezzo permette agli arbitraggisti di trarre immediatamente un profitto).

In particolare, abbiamo più casi mediante i quali gli operatori finanziari possono lucrare:

1) Caso 1: $v(t, t + 2) > v(t, t + 1) * v(t, t + 1, t + 2)$

Sapendo che il prezzo di un'operazione a pronti a due anni è maggiore di un'operazione a pronti combinata con quella a termine ne consegue che per l'operatore conviene emettere il titolo a pronti $v(t, t+2)$ e comprare il titolo a pronti al prezzo di $v(t, t+1) * v(t, t+1, t+2)$ che ci fornisce l'importo necessario $v(t, t+1, t+2)$ in $t+1$ per pagare il titolo a termine. Qui riporto in una tabella riassuntiva i passaggi:

Operazioni	t	t+1	t+2
Vendita di un titolo a pronti	+v (t, t+2)		-1
Acquisto di un titolo a termine		-v (t, t+1, t+2)	+1
Acquisto di un titolo a pronti	- v(t,t+1)*v(t,t+1,t+2)	+ v (t, t+1, t+2)	
Totale	+v(t,t+2) - v(t,t+1)*v(t,t+1,t+2)	0	0

L'operatore emette il titolo a pronti incassando il prezzo $v(t, t+2)$ e prendendosi l'impegno di pagare un euro all'epoca $t+2$; in contemporanea, compra un titolo a termine che pagherà in $t+1$ che darà il diritto di ricevere a scadenza un euro in $t+2$. Inoltre, comprando il titolo a termine si presuppone che il soggetto in analisi abbia la somma in $t+1$ di $v(t, t+1, t+2)$; per cui compra un altro titolo a pronti al prezzo di $v(t, t+1) * v(t, t+1, t+2)$. Dunque il profitto per l'operatore è dato dall'operazione positiva in $t + v(t, t+2) - v(t, t+1) * v(t, t+1, t+2)$, sapendo che $+v(t, t+2) > v(t, t+1) * v(t, t+1, t+2)$.

2) Caso 2: $v(t, t + 2) < v(t, t + 1) * v(t, t + 1, t + 2)$

Osservando che il prezzo di un'operazione a pronti a due anni è minore di un'operazione a pronti combinata con quella a termine ne consegue che l'operatore ha convenienza a comprare il contratto a pronti avente durata due anni, per poi vendere il titolo a termine che ha durata pari ad un anno, e vendere allo scoperto il titolo a pronti al prezzo di $v(t, t+1)*v(t, t+1, t+2)$.

Qui riporto in modo riassuntivo i passaggi:

Operazioni	t	t+1	t+2
Acquisto di un titolo a pronti	$-v(t, t+2)$		+1
Vendita allo scoperto di un titolo a termine		$+v(t, t+1, t+2)$	-1
Vendita di un titolo a pronti	$+v(t,t+1)*v(t,t+1,t+2)$	$-v(t, t+1, t+2)$	
Totale	$v(t,t+1)*v(t,t+1,t+2)-v(t,t+2)$	0	0

In questa istanza, l'operatore acquista il titolo a pronti per il prezzo $v(t, t+2)$ avendo il diritto di ricevere un euro all'epoca $t+2$; in contemporanea, vende un titolo a termine in $t+1$ prendendosi l'impegno di pagare un euro a scadenza in $t+2$; vende successivamente un altro titolo a pronti al prezzo di $v(t, t+1) * v(t,t+1,t+2)$ impegnandosi a pagare all'epoca $t+1$ il titolo a termine $v(t,t+1,t+2)$.

Dunque, il profitto per l'operatore è dato dall'operazione positiva in t $v(t, t+1) * v(t, t+1, t+2) - v(t, t+2)$, sapendo che $+v(t, t+2) < v(t, t+1) * v(t, t+1, t+2)$.

Analizzando le operazioni a termine, possiamo distinguere due diversi tipo di operazioni:

- 1) contratti forward: contratti dove il prezzo a termine viene fissato dagli operatori finanziari;
- 2) contratti futures: contratti standardizzati scambiati dalla Borsa che offre contratti in acquisto e contratti

di vendita, fissati i prezzi in base alla domanda e all'offerta nel mercato;⁴³

In particolare, i contratti forward possono essere utilizzati per copertura del rischio (*hedging*), per cui l'operatore avendo timore che il prezzo delle operazioni che contrae cresca, supponendo a sei mesi, il contraente si tutela stipulando un contratto a termine a sei mesi garantendo il pagamento del prezzo dell'operazione (assume una posizione lunga). Quando l'operatore assume al contrario una posizione corta, vende il titolo a termine fissando oggi il prezzo in modo tale da coprirsi da eventuali diminuzioni di prezzo. Inoltre, gli operatori possono compiere atti speculativi, mediante i quali si vuole ottenere un guadagno dall'andamento del prezzo delle operazioni finanziarie.

Ora, vorrei illustrare nello specifico i tassi forward istantanei, quali contratti a termine definiti attraverso la seguente funzione matematica:

$$r^f(u, x, y) = \lim_{y \rightarrow x^+} r(u, x, y) = -\frac{\partial}{\partial x} \ln b(u, x)$$

Assumendo che il limite esiste finito, e che i mercati sono aperti nel continuo.

La funzione matematica in precedenza illustrata, ovvero $r^f(u, x, y)$, è il tasso a termine istantaneo concordato in u , per un'operazione che inizia in x , e che termina nell'istante di tempo y .⁴⁴

Mostrando un esempio pratico, supponiamo di acquistare uno zero – coupon bond (ZCB) che scade all'epoca $y^+ = y + \Delta y$ ($\Delta y > 0$). Considero il contratto a termine $B(u, x, y)$ che scade all'epoca y , che contratto all'epoca u e che vendo all'epoca x ; Il costo all'epoca u dell'operazione è 0. La situazione è rappresentabile nel modo che segue:

$$\frac{B(u, y^+)}{B(u, y)} B(u, y) - B(u, y^+) = 0$$

Dove, all'epoca u vendo una quantità pari a $+\frac{B(u, y^+)}{B(u, y)}$ ZCB con scadenza y , e all'epoca x acquisto una quantità $-\frac{B(u, y^+)}{B(u, y)}$ per poi avere un 1 euro all'epoca y .⁴⁵

Passando all'applicazione dei tassi forward istantanei ora vorrei discutere del modello di Nelson – Siegel.

⁴³ (Crenca, Fersini, Melisi, Olivieri, & Pelle, marzo 2018)

⁴⁴ (Bacinello)

⁴⁵ (Moodle@units, 2017)

Il modello qui in analisi è un modello parametrico che assume la struttura per scadenza dei tassi forward in istanti di tempo continuo, il quale è rappresentabile via una funzione con quattro parametri:

$$f(x, y) = \beta_0 + \beta_1 e^{-(y-x)/a} + \beta_2 \frac{y-x}{a} e^{-(y-x)/a}$$

Dove i coefficienti $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ appartengono all'insieme \mathbb{R} , con $a > 0$.

Nel seguito per $x = 0$, il modello sarà il seguente:

$$f(0, y) = \beta_0 + \beta_1 e^{-y/a} + \beta_2 \frac{y}{a} e^{-y/a}$$

Derivando le quantità ricaviamo dal modello sia i tassi a pronti che a termine:

1) i tassi a pronti sono dati nel modo che segue:

$$\begin{aligned} r(0, y) &= \frac{1}{y} \int_0^y f(0, u) du \\ &= \beta_0 + (\beta_1 + \beta_2) \frac{1 - e^{-\frac{t}{a}}}{\frac{t}{a}} - \beta_2 e^{-\frac{t}{a}} \end{aligned}$$

2) i tassi forward per l'intervallo di tempo $[x, y]$ sono dati da:

$$\begin{aligned} f(0, x, y) &= \frac{1}{y-x} \int_x^y f(0, u) du \\ &= \beta_0 + \frac{\beta_1 + \beta_2}{(y-x)a} \left(e^{-\frac{x}{a}} - e^{-\frac{y}{a}} \right) + \frac{\beta_2}{y-x} \left(x e^{-\frac{x}{a}} - y e^{-\frac{y}{a}} \right) \end{aligned} \quad 46$$

⁴⁶ (Moodle@units, 2017)

3.2.3 La componente Value at Risk (VaR): un'applicazione alle banche italiane

Analizzando l'esposizione al rischio di oscillazione dei tassi di interesse per le banche italiane, l'autorità di vigilanza Banca d'Italia riporta un'analisi a campione delle 18 più grandi banche italiane di cui vorrei discutere. In particolare, sono state scelte le più grandi 18 banche d'Italia in quanto rappresentano una grande frazione del sistema bancario italiano in termini di attività totali, e la loro composizione nel bilancio è varia in modo tale da riflettere possibili situazioni analizzabili in merito all'esposizione del rischio di tasso (*“they represent a large fraction of the Italian banking system in terms of total assets and at the same time their balance sheet composition is varied enough to reflect various possible situations in terms of their exposure to interest rate risk”*).

Successivamente l'analisi prosegue distinguendo 13 banche, le quali presentano *duration gaps* positivi (dunque vengono definite come banche dove le attività sono sensibili alle variazioni di tassi di mercato), e le restanti 5 con *duration gaps* negativi (le passività delle banche sono sensibili alle variazioni di tasso di interesse). Viene poi specificato che le banche *“assets sensitive”* sono propense a finanziare componenti attive di medio e lungo termine con passività di breve periodo, dal momento che quando i tassi di interesse aumentano, queste sono esposte al rischio di un cambiamento dei tassi; al contrario, le banche *“liabilities sensitive”* tendono a finanziare nel breve periodo (durata massima pari a 5 anni), con posizioni piccole relativamente lunghe considerando le date di scadenza più alte, dato che sono esposte a tassi di interesse decrescenti.

Ai fini di una misura più corretta del rischio di tasso di interesse, Banca d'Italia deriva il parametro di sensibilità (*duration modificata/volatilità*), e anche la *convexity*, quale parametro introdotto per derivare i fattori di primo e secondo ordine per cambiamenti dei tassi; in formula:

$$\frac{dP}{P} = -D * \Delta r + \frac{1}{2} C \Delta r^2$$

Dove D è la *duration modificata*; C è la *convexity* sulle posizioni nette per ogni scadenza; Δr è il cambiamento nei tassi di interesse. La *duration* e *convexity* sono calcolate sulla base dell'euro per rendimenti prevalenti sul mercato a fine settembre 2003.

Viene specificato anche che lo shock sul tasso di interesse per ogni scadenza viene analizzato mediante una *“principal component analysis”* sulla curva dei rendimenti; nello specifico, gli scenari vengono generati calibrando le procedure simulative sulle osservazioni storiche per i cambiamenti dei tassi di interesse osservati dal gennaio 1999 a settembre 2003 per 13 scadenze differenti:

- 1) 3, 6 mesi;
- 2) 1,2,3,4,5,7,10,14,20,25 e 30 anni.

Passando ora alla disamina pratica della Value at Risk analysis (VaR), per ogni banca vengono calcolati circa 30,000 scenari mediante la funzione di approssimazione delta – gamma; il VaR giornaliero è ottenuto scegliendo il primo percentile della distribuzione di profitto e perdite. Questa tecnica di calcolo del rischio segue due approcci differenti:

- 1) Approccio parametrico: si basa sulla distribuzione normale di fattori di rischio sottostanti
- 2) Approccio non parametrico: si basa sull'asimmetrie e sulle distribuzioni a coda “*grassa*”⁴⁷

Le stime ottenute vengono confrontate con le previsioni ottenute dalle simulazioni storiche, le quali si basano sulla distribuzione empirica dei cambiamenti dei tassi di interesse (si assume che questi siano costanti). Nella pagina seguente riporto i risultati dallo studio della Banca d'Italia sulle 18 banche:

⁴⁷ Si intenda per distribuzioni a coda grassa una distribuzione di probabilità dove è presente una grande simmetria rispetto a una distribuzione normale (FourWeekMba, 2024)

Table 7. Banks' losses according to different methods (million of euros and as percentage of capital, end of September 2003).

7.1 Asset sensitive banks*.

Banks	Balance sheets	One-day historical simulation VaR (million euros)		One-day principal component VaR (million euros)		Percent of supervisory capital	
	Assets denominated in euro as a percentage of total assets.	Empirical distribution (**)		Normal distribution	Non-parametric distribution	Normal distribution	Non-parametric distribution
		500 days	250 days				
Bank 1	86.9	-34.9	-34.6	-28.5	-32.5	-0.4	-0.4
Bank 2	96.2	-8.2	-8.1	-6.7	-7.8	-0.8	-0.9
Bank 3	98.3	-8.5	-8.2	-6.1	-7.1	-0.6	-0.8
Bank 4	99.2	-32.9	-31.5	-25.1	-29.0	-1.5	-1.8
Bank 5	74.4	-116.0	-117.1	-91.2	-104.0	-0.4	-0.5
Bank 6	76.8	-23.0	-22.5	-18.4	-22.3	-0.1	-0.1
Bank 7	82.5	-40.8	-41.1	-32.1	-38.3	-0.4	-0.4
Bank 8	89.2	-26.2	-25.4	-19.1	-24.6	-0.3	-0.4
Bank 9	94.6	-14.1	-14.3	-10.6	-12.0	-0.3	-0.3
Bank 10	85.0	-9.1	-9.3	-6.9	-8.1	-0.2	-0.2
Bank 11	77.5	-6.8	-7.0	-5.0	-5.7	-0.2	-0.2
Bank 12	98.0	-16.0	-15.7	-12.0	-14.4	-1.4	-1.7
Bank 13	95.1	-30.0	-29.7	-23.0	-29.2	-0.5	-0.6
Mean	88.7	-28.2	-28.0	-21.9	-25.8	-0.55	-0.65

(*) Liability sensitive banks are those having a negative duration gap. Asset sensitive banks are those having a positive duration gap.

(**) The empirical distribution is represented by the last 250 and 500 historical one-day investment results, respectively.

7.2 Liability sensitive banks*.

Banks	Balance sheets	One-day historical simulation VaR (million euros)		One-day principal component VaR (million euros)		Percent of supervisory capital	
	Assets denominated in euro as a percentage of total assets.	Empirical distribution (**)		Normal distribution	Non-parametric distribution	Normal distribution	Non-parametric distribution
		500 days	250 days				
Bank 14	80.2	-26.3	-25.8	-29.1	-37.4	-0.5	-0.7
Bank 15	82.3	-8.1	-7.7	-9.2	-8.8	-0.1	-0.1
Bank 16	98.9	-13.2	-12.0	-14.1	-16.3	-0.4	-0.4
Bank 17	94.1	-1.0	-0.9	-1.2	-1.3	-0.5	-0.5
Bank 18	88.7	-3.3	-3.1	-4.1	-3.2	-0.3	-0.2
Mean	88.8	-10.4	-9.9	-11.5	-13.4	-0.35	-0.38

(*) Liability sensitive banks are those having a negative duration gap. Asset sensitive banks are those having a positive duration gap.

(**) The empirical distribution is represented by the last 250 and 500 historical one-day investment results, respectively.

Come mostrato dalla tabella riportata, il punto 7.1 mostra i risultati per le 13 banche con attività sensibili alle variazioni di tasso; il punto 7.2 mostra per le rimanenti 5 con le passività sensibili al rischio tasso di interesse. Analizzando i risultati, Banca d'Italia riporta che data la volatilità maggiore per tassi di interesse positivi, la componente principale VaR misura di quanto si potrebbe sottostimare il rischio quando i tassi salgono (in particolare per la principal component (PC) VaR, dati i limiti di un approccio parametrico per la modellizzazione delle variazioni dei tassi di interesse, quando la distribuzione di questi è asimmetrica e con coda pesante.⁴⁸Dall'altra parte, la simulazione storica VaR riflette in misura probabile i tassi di interesse più alti prevalenti in passato (Banca d'Italia argomenta che questa misura di rischio potrebbe essere un metodo di stima conservativo, in quanto potrebbe richiedere un ammontare di capitale per il rischio di tasso troppo alto per le condizioni correnti di volatilità dei tassi).⁴⁹

Capitolo 4

Caso Pratico

4.1.1 Analisi di un caso pratico di calcolo del rischio di tasso di interesse secondo Standard Formula

Si consideri un portafoglio di obbligazioni composto da tre BTP italiani e da tre obbligazioni ESG Green/Environmental emessi da Banca Generali Assicurazioni S.P.A; dati i tassi di interesse invariati come da decisione del 25 gennaio 2024 al 4,50%, ho scelto obbligazioni con durata di medio periodo dai 5 ai 10 anni. Supponiamo di incassare cedole annuale per semplicità di calcolo e calcoliamo lo yield to maturity (rendimento a scadenza) delle obbligazioni analizzate, che ho calcolato utilizzando la formula TIR.COST su Excel per i flussi di cassa cedolari dei titoli da analizzare.

Nella pagina a seguire riporto i flussi cedolari e il calcolo del TIR che svolto su Excel (i dati riportati sono aggiornati al mercoledì 8 maggio 2024 ore 16.00; tutti i dati sono presi da Borsa Italiana).

Inserisco i periodi in anni, date, e flussi di cassa cedolari del titolo BTP Italia Ap24 Eur che attualizzerò successivamente ai tassi risk-free spot, e con shock verso l'alto (SCR shock Up); Il titolo BTP Italia Ap24 come mostrato dalla tabella nella pagina seguente ha durata pari a 8 anni, scadenza all'11/04/2024 e offre un rendimento al prezzo di 99,98 euro del 0,40%.

⁴⁸ Si intenda con coda pesante distribuzioni di probabilità con code più pesanti della distribuzione esponenziale (To, 2024)

⁴⁹ (d'Italia, 2007)

Titolo BTP Italia Ap24 Eur

t (periodi)	Data	Flussi di cassa cedolari
0	11/04/2016	-99,98 €
1	11/04/2017	0,40 €
2	11/04/2018	0,40 €
3	11/04/2019	0,40 €
4	11/04/2020	0,40 €
5	11/04/2021	0,40 €
6	11/04/2022	0,40 €
7	11/04/2023	0,40 €
8	11/04/2024	100,40 €
Rendimento (TIR)		0,40%

Riporto i medesimi dati per il titolo BTP Italia Ot24 Eur che attualizzerò come il titolo precedente; questo titolo ha durata pari a 8 anni, scadenza il 24/10/2024 e offre un rendimento al prezzo di 99,20 euro del 0,45%.

Titolo BTP Italia Ot24 Eur

t (periodi)	Data	Flussi di cassa cedolari
0	24/10/2016	-99,20 €
1	24/10/2017	0,35 €
2	24/10/2018	0,35 €
3	24/10/2019	0,35 €
4	24/10/2020	0,35 €
5	24/10/2021	0,35 €
6	24/10/2022	0,35 €
7	24/10/2023	0,35 €
8	24/10/2024	100,35 €
Rendimento (TIR)		0,45%

Riporto gli stessi dati per il titolo BTP Italia Mg26 Eur che attualizzerò come i titoli in precedenza; presenta una durata pari a 8 anni, scadenza il 21/05/2026, e offre un ritorno del 1,01% al prezzo di 96,50 euro.

Titolo BTP Italia Mg26 Eur

t (periodi)	Data	Flussi di cassa cedolari
0	21/05/2018	-96,50 €
1	21/05/2019	0,55 €
2	21/05/2020	0,55 €
3	21/05/2021	0,55 €
4	21/05/2022	0,55 €
5	21/05/2023	0,55 €
6	21/05/2024	0,55 €
7	21/05/2025	0,55 €
8	21/05/2026	100,55 €
Rendimento (TIR)		1,01%

Nella pagina successiva, mostrerò le obbligazioni Generali, aventi durata decennale rispetto ai titoli precedentemente analizzati.

Riporto le stesse informazioni per il titolo Generali ass. Fx 5,272% Sep33 T2 call che attualizzerò come i titoli precedenti; questo presenta come accennato precedentemente una durata decennale; scadenza al 12/09/2033, e un rendimento al prezzo di 100,50 euro del 5,21%.

Titolo Generali ass. Fx 5,272% Sep33 T2 call

t (periodi)	Data	Flussi di cassa cedolari
0	12/09/2023	-100,50 €
1	12/09/2024	5,272 €
2	12/09/2025	5,272 €
3	12/09/2026	5,272 €
4	12/09/2027	5,272 €
5	12/09/2028	5,272 €
6	12/09/2029	5,272 €
7	12/09/2030	5,272 €
8	12/09/2031	5,272 €
9	12/09/2032	5,272 €
10	12/09/2033	105,272 €
Rendimento (TIR)		5,21%

Riporto le stesse informazioni per il titolo Generali Green fx 3,547% Jan34 Call Eur che attualizzerò come i titoli pregressi; presenta una durata di dieci anni; ha scadenza il 15/01/2034 e offre un rendimento del 3,97%.

Titolo Generali Green fx 3,547% Jan34 Call Eur

t (periodi)	Data	Flussi di cassa cedolari
0	15/01/2024	-96,53 €
1	15/01/2025	3,547 €
2	15/01/2026	3,547 €
3	15/01/2027	3,547 €
4	15/01/2028	3,547 €

5	15/01/2029	3,547 €
6	15/01/2030	3,547 €
7	15/01/2031	3,547 €
8	15/01/2032	3,547 €
9	15/01/2033	3,547 €
10	15/01/2034	103,547 €
Rendimento (TIR)		3,97%

Riporto le stesse informazioni per il titolo Generali Green fx 5,399% Ap33 Subt2 Call che attualizzerò come i titoli precedentemente; quest'obbligazione scade il 20/04/2033, e offre un rendimento del 4,71%.

Titolo Generali Green fx 5,399% Ap33 Subt2 Call

t (periodi)	Data	Flussi di cassa cedolari
0	20/04/2023	-105,36 €
1	20/04/2024	5,399 €
2	20/04/2025	5,399 €
3	20/04/2026	5,399 €
4	20/04/2027	5,399 €
5	20/04/2028	5,399 €
6	20/04/2029	5,399 €
7	20/04/2030	5,399 €
8	20/04/2031	5,399 €
9	20/04/2032	5,399 €
10	20/04/2033	105,399 €
Rendimento (TIR)		4,71%

Nella pagina seguente espongo una tabella riassuntiva dei titoli obbligazionari, la loro scadenza, la cedola annuale, il prezzo corrente dei titoli all'8 maggio 2024, e il rendimento a scadenza (YTM).

Qui, rappresento la tabella riassuntiva come precedentemente citato:

Titoli	Scadenza	Cedola (Annuale)	Prezzo corrente	YTM
BTP Italia Ap24 Eur	11/04/24	0,40 €	99,98 €	0,40%
BTP Italia Ot24 Eur	24/10/24	0,35 €	99,20 €	0,45%
BTP Italia Mg26 Eur	21/05/26	0,55 €	96,50 €	1,01%
Generali ass. Fx 5,272% Sep33 T2 call	12/09/33	5,27 €	100,50 €	5,21%
Generali Green fx 3,547% Jan34 Call eur	15/01/34	3,55 €	96,53 €	3,97%
Generali green Tf 5,399% Ap33 Subt2 Call	20/04/33	5,40 €	105,36 €	4,71%

Successivamente considero i tassi di interesse risk-free a cui ho attualizzato i flussi di cassa dei titoli obbligazionari al 4 aprile 2024; ai fini del calcolo dell'SCR ho considerato i tassi risk free con volatiliy adjustment, e con shock SCR up (verso l'alto) (EIOPA):

Durata (n)	Basic Risk-Free Curves with VA (Volatility Adjustment)	Basic Risk-Free Curves with Volatility Adjustment & SCR shock upwards
1	0,03684	0,06144
2	0,03205	0,05330
3	0,02953	0,04734
4	0,02807	0,04363
5	0,02719	0,04121
6	0,02672	0,03973
7	0,02647	0,03861
8	0,02636	0,03795
9	0,02634	0,03718
10	0,02640	0,03677

Ora procedo al calcolo dell'SCR Interest Rate del portafoglio secondo il metodo della Standard Formula Base, attualizzando i flussi di cassa delle cedole ai tassi alla curva EIOPA base e con SCR shock upwards con VA (Volatility Adjustment), che ho illustrato anche sopra per completezza⁵⁰:

Titoli	Prezzo Base (Valore attuale dei flussi di cassa cedolari (Basic RFR Curves with VA))	Prezzo con SCR Shock Upwards (Valore attuale dei flussi di cassa cedolari con shift up (Basic RFR Curves with VA & SCR	Tasso interno di rendimento (TIR)	SCR Interest Rate

⁵⁰ (Authority), 2024)

		shock upwards))		
BTP Italia Ap24 Eur	84,04 €	76,90 €	0,40%	7,14 €
BTP Italia Ot24 Eur	83,69 €	76,57 €	0,45%	7,12 €
BTP Italia Mg26 Eur	85,11 €	77,90 €	0,98%	7,20 €
Generali ass. Fx 5,272% Sep33 T2 call	122,66 €	112,35 €	5,21%	10,31 €
Generali Green fx 3,547% Jan34 Call eur	107,74 €	98,39 €	3,97%	9,35 €
Generali Green Tf 5,399% Ap33 Subt2 Call	123,76 €	113,38 €	5,40%	10,38 €

Ho calcolato l'SCR interest rate facendo la differenza tra il valore attuale dei flussi cedolari (Basic Risk-Free Rate Curves with Volatility Adjustment) e il valore attuale con SCR shock upwards (Basic RFR Curves with VA & SCR shock up).

Analizzando rispettivamente i risultati in merito al calcolo dell'SCR Market Interest Rate notiamo che al verificarsi di decremento dei tassi di interesse delle curve EIOPA negli anni (dall'anno 1 all'anno 10), il valore

attuale dei flussi in presenza di un SCR shock upwards è minore, mentre prendendo in considerazione i tassi dalla curva risk free base EIOPA, questi presentano un valore attuale maggiore, dove l'SCR Market Interest è dato dalla differenza tra il prezzo base e il prezzo con SCR shock upwards. In particolare, il prezzo con SCR shock upwards per i titoli in analisi è minore in forza di tassi risk free maggiori, a causa dell'SCR shock up, in quanto maggiori tassi comportano valori cedolari attualizzati minori e quindi un prezzo dato dalla sommatoria di queste cedole inferiore.

Proporzionalmente al valore delle cedole, all'aumentare del valore di quest'ultime si ha un aumento del prezzo attualizzato sia considerando i tassi dalla curva EIOPA base che dalla curva EIOPA con shift up. Questo comporta che il capitale minimo di solvibilità (SCR) che le compagnie assicurative devono detenere a fronte di un rischio di variazione dei tassi di interesse deve essere maggiore. I rendimenti delle obbligazioni nel portafoglio potrebbero diminuire a causa dell'aumento dei tassi EIOPA per un SCR shock Up, in quanto il valore attuale delle cedole corrisposto agli investitori potrebbe essere inferiore a quelle dato da nuove obbligazioni disponibili sul mercato. Questo comporta che l'obbligazione sia più rischiosa perché avendo le cedole un importo minore, viene anticipata meno la quota degli incassi futuri del titolo (il prezzo dell'obbligazione è più volatile per un aumento dei tassi di mercato). Di conseguenza, questo fenomeno potrebbe portare a una diminuzione del valore di portafoglio delle obbligazioni, causando una perdita di valore dal lato attivo per le compagnie assicurative, le quali devono disporre di sufficiente capitale di solvibilità (SCR) a fronte di eventuali perdite derivanti dall'aumento dei tassi EIOPA.

Conclusioni

Lo scopo della mia tesi è stato quello di analizzare sotto diversi profili il rischio di tasso di interesse per le compagnie assicurative.

Ho voluto iniziare a partire da una disamina dell'evoluzione del calcolo del rischio di tasso di interesse nel tempo da un punto di vista normativo (principi degli impianti normativi Solvency 0, I e II), passando successivamente ad un'analisi sotto il profilo pratico – quantitativo dell'SCR (requisito patrimoniale di solvibilità) e MCR (requisito minimo di capitale).

In particolare, ho voluto esporre differenti metodi all'analisi del rischio di tasso quali Standard Formula e Modelli Interni, approfondendo varie applicazioni esposte da Solvency II e dai regolamenti in merito.

Per la Standard Formula ho voluto approfondire il calcolo dell'ammontare patrimoniale per il rischio di tariffazione e riservazione per le imprese assicurative e di riassicurazione, per un aumento/calò della struttura per scadenza dei tassi di interesse, approfondendo anche il sotto – modulo SCR per obbligazioni e prestiti ed SCR Spread (relativo al rischio di spread).

Per i Modelli interni, ho analizzato il requisito patrimoniale minimo, combinato, e lineare, distinguendo per quest'ultimo il calcolo per obbligazioni assicurative/di riassicurazione non vita da quella vita.

In seguito, ho voluto esplorare anche altri modi per analizzare il rischio di tasso, facendo riferimento ad indicatori di rischio quali la duration, la duration modificata (volatilità), la convexity; per poi analizzare due approcci distinti al calcolo del rischio applicato alle istituzioni finanziarie quali le banche (Maturity Gap analysis e Duration Gap analysis).

Per approfondire ulteriormente il rischio di tasso di interesse, ho voluto analizzare la struttura per scadenza dei tassi (a pronti e a termine) menzionando anche il modello di Nelson Siegel.

Mediante poi un'applicazione di calcolo del rischio di variazione dei tassi di mercato, ho voluto illustrare un caso pratico di analisi del rischio via la tecnica Value at Risk a campionamento analizzato da Banca d'Italia per 18 banche italiane.

Infine, via un'analisi pratica del calcolo dell'SCR con Standard Formula ho applicato la formula standard per il calcolo del requisito patrimoniale considerando un portafoglio obbligazionario composto da sei titoli con durata di medio periodo; dove ho distinto l'attualizzazione dei flussi cedolari su curve con tassi di interesse risk free e aggiustamento alla volatilità (VA), e con SCR shock up (rialzo della curva dei tassi di interesse con VA (Volatility Adjustment)). Per la mia applicazione pratica, ho scelto obbligazioni BTP di durata di medio periodo (5-10 anni) dati i tassi di interesse invariati come da decisione del 25 gennaio, e

obbligazioni Generali, in quanto emessi da un ente assicurativo e di conseguenza le ho ritenute coerenti nell'ambito del mio campo di ricerca. Ho scelto il metodo della Standard Formula in quanto conforme alla normativa Solvency II e approvato dall'authority in ogni stanza.

Mediante l'utilizzo della Standard Formula ho voluto dimostrare che le compagnie assicurative devono disporre di sufficiente capitale (SCR) al verificarsi di uno scenario al rialzo dei tassi EIOPA, confrontando uno scenario base senza shock, e uno con shock verso l'alto (SCR Shock Up), in quanto per un rialzo dei tassi dato da uno shock verso l'alto il capitale di solvibilità da detenere deve aumentare (il calcolo del requisito patrimoniale è dato dalla differenza tra il prezzo base e il prezzo con SCR Shift Up dove quest'ultimo è minore).

Nello specifico, per uno shock SCR verso l'alto i valori attuali delle cedole obbligazionarie diminuirebbero, rendendo quindi le obbligazioni meno attraenti perché più rischiose, in quanto verrebbe anticipata parte minore dei flussi di cassa futuri. Questo comporterebbe per la compagnia assicurativa un rischio di variazione dal lato attivo dal quale si dovrebbe coprire aumentando il capitale di solvibilità (SCR), essendo le obbligazioni più volatili.

Ho riportato il rischio al rialzo dei tassi EIOPA considerando un aumento dei tassi per uno shock SCR verso l'alto (i tassi risk free nelle tabelle del capitolo quattro per uno SCR shift up dall'anno 1 all'anno 10 hanno valori maggiori rispetto ai tassi risk free senza shock).

Bibliografia & Sitografia

1. Aliano, prof. Mauro. (Ferrara, 2020). Economiche delle aziende di credito, p.1-36. https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://docente.unife.it/mauro.aliانو/economiche-delle-aziende-di-credito-a-a-2019-2020/item-4-il-rischio-di-tasso-di-interesse-nelle-aziende-di-credito/at_download/file&ved=2ahUKewjvrOGxiuWF
(Aliano, 2020)
2. Associazione Nazionale delle Imprese Assicuratrici (ANIA). (12 novembre 2013). Solvency II, origine, struttura e sviluppo, p.1-51. <https://www.ania.it/documents/35135/132317/Solvency-II-Origine-struttura-e-sviluppo.pdf/95e4d75b-96c8-1bff-8409-ebad8f15f02a?version=1.0&t=1575627017642>
3. Bacinello, Anna Rita. Appunti del Corso di FINANZA MATEMATICA, p.18-30. https://moodle2.units.it/pluginfile.php/394115/mod_resource/content/1/LEZIONI%20DI%20FINANZA%20MATEMATICA.pdf
(Bacinello)
4. Banca d'Italia. (25 marzo 2007). N. 602 - Calcolo del valore a rischio di tasso di interesse basato su una rappresentazione in componenti principali della struttura a termine: un'applicazione alle banche italiane, p.16-19. <https://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/temi-discussione/2006/2006-0602/index.html>
(d'Italia, 2007)
5. Benari Gideon. (20 aprile 2024). Solvency II Wire. <https://www.solvencyiiwire.com>
6. Borsa Italiana. (2018). Glossario finanziario - Duration <https://www.borsaitaliana.it/borsa/glossario/duration.html>
7. Bozzano Isabella, Mariani Paolo, Roberti Roberto, Corvino Giuseppe, Saita Francesco. Istituto per la vigilanza sulle assicurazioni private e di interesse collettivo (ISVAP) (1° dicembre 2001). Quaderno ISVAP n.12, p.1-9. <https://www.ivass.it/pubblicazioni-e-statistiche/pubblicazioni/quaderni/2001/is12/isvq0012.pdf>
8. Cardillo Andrea e Coletta Massimo. (novembre 2017). Questioni di Economia e Finanza – Gli investimenti delle famiglie attraverso i prodotti italiani del risparmio gestito, p.26 https://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/qef/2017-0409/QEF_409.pdf
9. Carenini Lucia, Leone Cinzia. Istituto per la vigilanza sulle assicurazioni (IVASS) (novembre 2016). Solvency II la nuova regolamentazione del settore assicurativo: una guida semplificata, p.1-26. https://www.ivass.it/pubblicazioni-e-statistiche/pubblicazioni/altre-pubblicazioni/2016/guida-solvency-ii/Guida_Solvency_II.pdf
10. Commissione Europea (CE). (20 novembre 2007). Revisione della procedura Lamfalussy - Rafforzamento della convergenza in materia di vigilanza (COM (2007) 27 definitivo – Gazzetta ufficiale C 55 del 28.2.2008). <https://eur-lex.europa.eu/IT/legal-content/summary/review-of-the-lamfalussy-process.html>
11. Commissione Europea (CE). (10 ottobre 2014). Regolamento delegato (UE) 2015/35 della Commissione che integra la direttiva 2009/139/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio in materia di accesso ed esercizio delle attività di

assicurazione e riassicurazione (Solvibilità II), p.1-213. https://www.ivass.it/normativa/internazionale/internazionale-ue/regolamenti-europei/rd-2015-35/Regolamento_delegato_UE_2015-35_della_Commissione.pdf

12. Consiglio Europeo (CE). (24 luglio 1973). Prima direttiva del Consiglio recante coordinamento delle disposizioni legislative, regolamentari, ed amministrative in materia di accesso e di esercizio dell'assicurazione diretta diversa dall'assicurazione sulla vita, p.1-39. <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1973L0239:20070101:IT:PDF> (Europeo C. , EUR-Lex, 1973)
13. Consiglio Europeo (CE). (5 marzo 1979). Prima direttiva del Consiglio recante coordinamento delle disposizioni legislative, regolamentari, ed amministrative riguardanti l'accesso all'attività dell'assicurazione diretta sulla vita ed il suo esercizio, p.1-17. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:31979L0267&from=ES> (Europeo C. , EUR-lex, 1979)
14. Crenca Chiara; Fersini Paola; Melisi Giuseppe; Olivieri Gennaro; Pelle Mariaelisa. marzo 2018. Elementi di matematica finanziaria. CompoMat s.r.l., Milano, p.67-90. (Crenca, Fersini, Melisi, Olivieri, & Pelle, marzo 2018)
15. Dott. Piovesan Giuliano – Studio Attuariale Visintin & Associati (SAVA S.r.l.). (14 gennaio 2016). Solvency II – il ruolo dell'attuario nel quadro normativo attuale – Focus sull'area tecnica Danni, p.1-63. <https://www.studio-visintin.it/wp-content/uploads/2020/05/Danni-Focus-Area-Tecnica-II-ruolo-dell-attuario-nel-quadro-normativo-attuale.pdf>
16. EIOPA (European Insurance and Occupational Pensions Authority). (4 aprile 2024). Risk -free interest rate term structures. https://www.eiopa.europa.eu/tools-and-data/risk-free-interest-rate-term-structures_en (Authority),, 2024)
17. FourWeekMba. (Aprile 2024). Che cos'è una distribuzione grassa e perché è importante negli affari. <https://fourweekmba.com/it/distribuzione-a-coda-grassa/> (FourWeekMba, 2024)
18. Grogan Micheal (La teoria del cigno nero e la distribuzione di Tabel). <https://www.invicement.com/uncategorized/la-teoria-del-cigno-nero-e-la-distribuzione-di-taleb/>
19. Institute and Faculty of Actuaries (2016). Solvency II – General insurance, p.12. https://www.actuaries.org.uk/system/files/field/document/IandF_SA3_SolvencyII-2016.pdf (Actuaries, 2016)
20. Istituto per la Vigilanza sulle Assicurazioni (IVASS). (28 luglio 2015). Lettera al Mercato MI 2015, p.1-5. https://www.ivass.it/normativa/nazionale/secondaria-ivass/lettere/2015/lm-07-28-2/Lettera_al_mercato_MI_2015.pdf
21. Istituto per la Vigilanza sulle Assicurazioni Private e di Interesse Collettivo (ISVAP). (14 marzo 2008). Regolamento concernente il margine di solvibilità sulle imprese di assicurazione di cui al titolo III (Esercizio dell'attività assicurativa), capo IV (Margine di solvibilità), e all'articolo 223 (Misure di intervento a tutela della solvibilità prospettiva dell'impresa di assicurazione) del decreto legislativo 7 settembre 2005 N. 209 – Codice delle assicurazioni private, p.1-16. <https://www.ivass.it/normativa/nazionale/secondaria-ivass/regolamenti/2008/n19/Reg.19-margine-individuale-mod.dal-provv.3031-dic.2012.pdf>
22. Mishkin Frederic S.; G. Eakins Stanley; Beccalli Elena. settembre 2019. Istituzioni e mercati finanziari. Infostudio. Milano, p.367-387. (Mishkin, G.Eakins, & Beccalli, settembre 2019)

23. Moodle@units. (2017). Struttura per Scadenza dei Tassi, p.1-19.
https://moodle2.units.it/pluginfile.php/128883/mod_resource/content/1/Struttura%20per%20scadenza%20dei%20tassi.pdf
 (Moodle@units, 2017)
24. Novelli Roberto. Istituto per la vigilanza sulle assicurazioni (IVASS) (13 luglio 2016). Solvency II: un framework europeo fondato sul rischio e sulla sua gestione, p.1-20. https://www.ivass.it/pubblicazioni-e-statistiche/pubblicazioni/att-sem-conv/2016/sem-1307/Solvency_II_un_framework_europeo_fondato_sul_rischio_e_sulla_sua_gestione.pdf
25. Ordine Nazionale degli Attuari. (Bologna, 16 giugno 2016). Identificazione e Valutazione degli Other Risk under Solvency II, p.5.
https://www.google.com/imgres?q=tabella%20rischi%20scr&imgurl=x-raw-image%3A%2F%2F%2Fbb744e8620162725174e86f1fb5eb3af748fbacaace0919b65fa0c854632a7dc&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.ordineattuari.it%2Fmedia%2F209263%2F1-maddonni_identificazione_e_valutazione_degli_other_risk_in_solvency_ii.pdf&docid=cKe9yZG-xjqb6M&tbnid=JScWIIZOdLvA8M&vet=12ahUKEwix9vrzxviFAxUihP0HHR-uAgAQM3oECBUQAA.i&w=501&h=376&hcb=2&ved=2ahUKEwix9vrzxviFAxUihP0HHR-uAgAQM3oECBUQAA
26. Parlamento Europeo (PE) Direzione Generale degli studi, direzione A: studi a medio e lungo termine, divisione degli affari economici, monetari e bilanci. (23 luglio 2001). Briefing ECON 510 IT Margine di Solvibilità, p.1-22.
[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/note/join/2001/304260/IPOL-ECON_NT\(2001\)304260_IT.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/note/join/2001/304260/IPOL-ECON_NT(2001)304260_IT.pdf)
27. Parlamento Europeo e Consiglio Europeo (PE e CE). (5 marzo 2002). Direttiva 2002/13/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio che modifica la direttiva 73/239/CEE del Consiglio per quanto riguarda il margine di solvibilità delle imprese di assicurazione nei rami diversi dall'assicurazione sulla vita, p.17-21.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0013>
 (Europeo P. E., Eur-lex, 2002)
- Parlamento Europeo e Consiglio Europeo (PE e CE). (5 novembre 2002).
 Direttiva 2002/83/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio relativa all'assicurazione sulla vita, p.1-61.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:02002L0083-20070921&from=BG>
 (Europeo P. E., EUR-lex, 2002)
28. Parlamento Europeo e Consiglio (PE e CE). (25 novembre 2009). Direttiva 2009/138/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio in materia di accesso ed esercizio della attività di assicurazione e di riassicurazione (solvibilità II), p.1-120.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0138>
 (Europeo P. E., EUR-Lex, 2009)
29. prof. Savelli Nino, prof. Zappa Diego, dott. Clemente Gian Paolo. (21 novembre 2017). Corso SIA_FAC sul tema: *“la stima del Non-Life Underwriting Risk per Solvency II”*, p.1-49.
https://www.sia-attuari.it/materiale/CorsoFAC-SIA%202017%20_Sav_Zap_Clem_Novembre_2017.pdf
30. Statistics How to. (2024). Heavy Tailed Distribution & Light Tailed Distribution: Definition & Examples.
<https://www.statisticshowto.com/heavy-tailed-distribution/>
 (To, 2024)
31. Ufficio Rapporti con l'Unione Europea. (20 ottobre 2008). Rafforzamento della convergenza in materia di vigilanza – COM (2007)727.
http://documenti.camera.it/leg16/dossier/testi/Pr006.htm#_Toc212285836

32. <https://www.ania.it>
33. <https://www.bancaditalia.it>
34. https://commission.europa.eu/index_it
35. https://www.ciopa.europa.eu/index_en
36. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=celex%3A32009L0138>
37. <https://www.ivass.it>

Ringraziamenti

Ringrazio tutte le persone che mi sono state accanto nel mio percorso di crescita personale e professionale.

Voglio ringraziare mio padre e mia madre per il supporto nel mio percorso universitario, per la possibilità che mi hanno dato di studiare in questa prestigiosa università, e per avermi insegnato la rigorosità e la precisione nello studio.

Un ringraziamento sentito va anche al professore Salvatore Forte per avermi supportato ed aiutato per qualsiasi chiarimento nella redazione della tesi, e per avermi fatto appassionare ed incuriosire nella matematica finanziaria.

Alessandro Rubino