



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE FACOLTÀ
DI ECONOMIA “GIORGIO FUÀ”

Corso di Laurea Magistrale o Specialistica in Scienze Economiche e Finanziarie

**SOLVENCY CAPITAL REQUIREMENT: FONTI E
CALCOLO DEL MODULO DI RISCHIO
FINANZIARIO**

**SOLVENCY CAPITAL REQUIREMENT: SOURCES AND
CALCULATION OF FINANCIAL RISK MODULE**

Relatore:
Prof. Filippo Petroni

Tesi di Laurea di:
Paolo Panichi

Anno Accademico 2019 – 2020

Indice

INTRODUZIONE.....	4
1. L'IMPRESA DI ASSICURAZIONE	6
1.1 Inversione del ciclo produttivo	6
1.2 Principio di equità	7
1.3 Calcolo del premio assicurativo ed equilibrio economico	12
2. LA RISERVA MATEMATICA	16
2.1 Riserva retrospettiva	17
2.2 Riserva prospettiva.....	18
2.3 Aspetti normativi della riserva nel bilancio delle assicurazioni	21
3. DIRETTIVA 2009/138/CE: SOLVENCY II.....	23
3.1 Finalità di un sistema di regolazione prudenziale	23
3.2 Criticità della previgente normativa	25
3.3 Svolta della direttiva 138/2009/CE: Solvency II.....	28
3.4 I Requisiti patrimoniali (o quantitativi)	31
3.4.1 La curva dei tassi d'interesse	34
3.5 L'Albero dei rischi e la determinazione dell'SCR	39
3.5.1 I moduli dell'albero dei rischi	40
Il rischio di inadempimento (o credito) ed il rischio operativo	44
Correlazione tra i moduli di rischio e scelta dei parametri.....	45
3.6 Modelli diversi per il calcolo dell'SCR	50
3.6.1 I fondi propri a copertura dei requisiti patrimoniali richiesti da Solvency II	52
4. CALCOLO DEL SOLVENCY CAPITAL REQUIREMENT PER IL MODULO DEL RISCHIO DI MERCATO MEDIANTE MODELLO INTERNO E FORMULA STANDARD	57
4.1 Scenario della simulazione	58
4.2 Portafoglio costituito da Polizze Unit linked con copertura del rischio finanziario	59
4.2.1 Le Unit Linked oggi	60
4.3 Prestazioni previste dalla polizza scelta.....	61
4.3.1 Dati utilizzati per il calcolo delle possibili prestazioni agli assicurati	63
4.3.2 Ipotesi utilizzate per il calcolo attuariale delle prestazioni da erogare a livello di portafoglio	66

4.4 Flussi monetari del portafoglio e utile attuale medio	68
4.5 Simulazione dell'andamento dei fattori di rischio	74
4.5.1 Variazione delle quote del fondo secondo un Moto Browniano geometrico	75
4.6 Applicazione della simulazione	76
4.6.1 Calcolo analitico dell'SCR per il modulo del rischio di mercato.....	77
4.7 Applicazione della Formula standard.....	80
CONCLUSIONE	82
BIBLIOGRAFIA	83
RIFERIMENTI.....	84

INTRODUZIONE

La presente trattazione si pone l'obiettivo di introdurre il nuovo punto di vista del regolatore sul requisito di solvibilità richiesto all'impresa assicurativa, ossia il Solvency capital requirement, detto comunemente in breve SCR, il quale è stato previsto in seguito all'emanazione della direttiva 138/2009 della Comunità Europea, chiamata comunemente *Solvency II*. La direttiva è stata recepita ufficialmente dagli ordinamenti europei a partire dal 1° gennaio 2016. Per comprendere a pieno i principi che si trovano alla base della nuova produzione normativa, verranno presentati gli aspetti tecnico-statistici che caratterizzano il procedimento per calcolare l'SCR. Inizialmente si introdurrà la peculiare caratteristica dell'attività imprenditoriale assicurativa, l'inversione del ciclo produttivo, e le stime attuariali, di matrice finanziaria e demografica, che concorrono a formare il ricavo operativo di tale attività, il premio assicurativo, con degli esempi di alcune polizze del ramo vita.

Successivamente nel secondo capitolo si farà riferimento alla voce del bilancio assicurativo generata dall'inversione del ciclo produttivo, la riserva matematica, la quale può essere calcolata secondo due orizzonti temporali: la riserva prospettiva e la riserva retrospettiva, con le relative ipotesi attuariali, dette *basi tecniche di I ordine*. Le modalità con le quali vengono calcolate le suddette enfianno poi sulla maturazione temporale dell'utile di esercizio della compagnia assicurativa e le ipotesi attuariali previste all'inizio del contratto possono essere revisionate prevedendo l'adozione di nuove *basi tecniche di II ordine*. Il terzo capitolo della tesi si concentrerà sulla presentazione del nuovo sistema di regolazione prudenziale previsto da *Solvency II*, elencando i punti innovativi della normativa rispetto a quella precedente, *Solvency I*, risolvendone quindi alcune criticità. Con un focus sull'SCR verranno poi analizzati i modelli di calcolo di cui si può dotare la compagnia assicurativa, ricorrendo a parametri standard forniti dal regolatore, i quali potrebbero non rappresentare accuratamente il profilo di esposizione al rischio della suddetta, o in alternativa a modelli di calcolo interni costruiti

ad hoc dalla compagnia; fermo restando la possibilità, prevista dalla direttiva, di conciliare i due metodi con dei modelli ibridi che accolgono congiuntamente i principi dell'uno e dell'altro.

I parametri previsti dalla nuova normativa vengono sintetizzati nell'*Albero dei rischi*, il quale prevede la presenza di molteplici moduli e sotto-moduli di rischio per i quali la compagnia deve calcolare il relativo SCR.

Nel quarto ed ultimo capitolo si darà luogo ad un'applicazione del calcolo dell'SCR, stilizzando il complesso delle passività assicurative ad un portafoglio di polizze Unit-linked in cui parte del rischio finanziario è a carico dell'assicuratore, passività che sono in realtà caratterizzate dalla presenza di molteplici tipologie contrattuali. Si è reputato idoneo scegliere tale schema contrattuale perché espone principalmente al rischio che influenza in maniera maggiore a crisi di solvibilità: la volatilità dei prezzi di mercato dei titoli nei quali vengono investiti i premi assicurativi.

Il rischio di mercato del citato portafoglio di polizze è stato descritto mediante il ricorso ad una simulazione dell'andamento dei titoli, i cui andamenti hanno seguito la legge del Moto Browniano geometrico. La simulazione ha generato un valore considerevole dell'SCR richiesto alla compagnia, soprattutto se confrontato con l'importo analogo calcolato in seguito ad una successiva applicazione della Formula standard prevista da Solvency II.

SOLVENCY CAPITAL REQUIREMENT: FONTI E CALCOLO DEL MODULO DI RISCHIO FINANZIARIO

1. L'IMPRESA DI ASSICURAZIONE

1.1 Inversione del ciclo produttivo

Le imprese assicurative hanno la peculiare caratteristica dell'inversione del ciclo produttivo, a differenza infatti delle cosiddette imprese "industriali", gli incassi delle loro attività si manifestano in anticipo rispetto ai costi operativi in quanto l'assicurazione è l'operazione economica che consente di garantirsi contro le conseguenze patrimonialmente dannose del verificarsi di un rischio determinato¹. L'assicurazione si fonda su di un procedimento tecnico complesso che consente di determinare preventivamente il costo della suddetta garanzia, predisponendo i mezzi necessari per far fronte ai relativi oneri e neutralizzando, quindi, gli effetti patrimoniali di eventi futuri ed incerti. È quindi la massa di premi raccolti dalle polizze stipulate dalla platea di assicurati che l'assicurazione può garantire la copertura delle eventuali conseguenze patrimonialmente dannose derivanti dal verificarsi del rischio.

Il caratteristico ciclo produttivo degli assicuratori fa sì che questi ultimi abbiano la possibilità di disporre per un certo periodo di tempo una massa finanziaria prima di far fronte ad uscite monetarie derivanti dagli impegni assunti con gli assicurati; per cui da qui nasce l'esigenza di costituire riserve per far fronte alle suddette obbligazioni verso gli assicurati (art. 36 Cda), le quali vengono chiamate riserve "tecniche" perché il loro valore a bilancio viene stimato, esse sono infatti poste di bilancio di tipo aleatorio in quanto non vi è la certezza del tempo e della maturazione delle obbligazioni ad esse legate per via della natura del contratto assicurativo, legata al rischio o incertezza (viene definito normativamente come contratto "aleatorio").

¹ A. DONATI, G. VOLPE PUTZOLU, *Manuale di diritto delle assicurazioni*, Giuffrè editore, 2016

Un'impresa assicurativa infatti nel momento in cui dà luogo alla propria attività, impegnandosi quindi a fornire la garanzia di ristorare l'impatto negativo di eventi rischiosi sul patrimonio degli assicurati, deve stimare il costo della garanzia che si obbliga a fornire mediante un procedimento tecnico che conduce alla stima del premio da applicare sulle polizze.

Il procedimento si basa sull'utilizzo di frequenze storiche legate al verificarsi di un determinato evento da assicurare (ovviamente per evento si intende anche tutto ciò che inerisce alla vita umana, è quindi un procedimento che oltre per il ramo danni si utilizza anche per il ramo vita) al quale viene collegata l'entità della prestazione che l'assicuratore è obbligato a erogare nel caso in cui avvenga il sinistro o evento dannoso.

Focalizzandoci sul ramo vita possiamo prendere ad esempio la stima che viene eseguita nel caso del calcolo di una polizza a capitale differito, ossia un contratto che garantisce all'assicurato l'erogazione di un capitale da parte dell'assicuratore qualora si verifichi un evento attinente la vita, in questo caso la prestazione è subordinata alla sopravvivenza dell'assicurato ad una certa età x , differita di un certo tempo t dalla sottoscrizione.

Per calcolare il premio che l'assicuratore applicherà sulla polizza, prima di inoltrarci nella parte teorico-quantitativa, possiamo fare riferimento ad un principio per comprendere meglio il procedimento attuariale: il principio di "equità".

1.2 Principio di equità

Da un punto di vista matematico l'assicurazione può essere vista come un "gioco" su un evento che riguarda l'assicurato e che si basa sul principio di equità; l'entità del premio infatti è commisurata al valore atteso del gioco e rende nullo il guadagno dell'assicuratore (e dell'assicurato). Il premio calcolato in questo modo prende il nome di premio equo.

Esempio:

si consideri un evento ε al cui verificarsi genera un importo da erogare all'assicurato pari a x ed una probabilità p associata ad esso. L'importo aleatorio X da indennizzare è allora descritto dalla seguente variabile aleatoria:

$$X = \begin{cases} x & \text{se } \varepsilon \\ 0 & \text{altrimenti} \end{cases}$$

L'assicurato allora trasferisce il rischio all'assicuratore e si impegna a versare un premio di entità π . Se si associa alle variabili aleatorie G e \hat{G} i guadagni aleatori rispettivamente dell'assicurato e dell'assicuratore, risulta:

$$G = \begin{cases} -\pi + x & \text{se } \varepsilon \\ -\pi & \text{altrimenti} \end{cases}$$

$$\hat{G} = \begin{cases} \pi - x & \text{se } \varepsilon \\ \pi & \text{altrimenti} \end{cases}$$

Come da premessa i guadagni attesi delle parti dovranno essere uguali, quindi $G = \hat{G}$.

Sia $E_p(G)$ il guadagno atteso dell'assicuratore calcolato con la probabilità p ed $E_p(\hat{G})$ il guadagno atteso dell'assicurato, per il principio di equità il premio π è tale che:

$$E_p(\hat{G}) = E_p(G) = 0$$

Dato che i rispettivi guadagni attesi devono essere nulli:

$$\Pi - xp = 0$$

Quindi:

$$\Pi = xp = E_p(X)$$

La probabilità p usata dall'assicuratore per il calcolo del premio è detta *base tecnica*.

L'impresa di assicurazione stipulando un gran numero di contratti per la copertura di rischi omogenei costituisce con i premi riscossi un fondo finalizzato al pagamento degli indennizzi ed il *principio di equità* determina una situazione di equilibrio a livello di portafoglio di contratti omogenei, il valore atteso dell'esborso aleatorio è quindi pari all'introito di premi.

L'equilibrio è basato sul fatto che una porzione della platea di assicurati per ragioni di probabilità non verrà sinistrata, l'assicuratore può contare su quest'aspetto solo se riesce a sottoscrivere un numero di polizze elevato o perlomeno più alto possibile in quanto maggiore è il numero di rischi assicurati (omogenei) maggiore sarà l'attendibilità dei risultati del calcolo delle probabilità.

Non bisogna però trascurare un elemento caratteristico del procedimento di calcolo del premio equo da parte dell'assicuratore: il *caricamento di sicurezza*, il quale viene utilizzato per garantire una protezione da eventuali perdite derivanti dalla gestione di un portafoglio di contratti.

Tale caricamento si può esprimere mediante un aumento del premio equo, ottenendo così il cosiddetto premio puro. Più spesso però il caricamento di sicurezza viene effettuato implicitamente utilizzando una base tecnica "prudenziale": una base così definita perché favorevole all'assicuratore in quanto più alta rispetto a quella che verosimilmente si verificherà, essa viene anche detta *base tecnica del I ordine* e si differenzia dalla base tecnica realistica, definita *base tecnica del II ordine*. La *base tecnica del II ordine* viene quindi utilizzata dall'assicuratore se viene operato un caricamento esplicito sul

premio equo, ma più spesso è una base tecnica che viene utilizzata per stimare la parte di incasso monetario annuale derivante dai premi da poter considerare come utile di esercizio: è infatti dalla differenza tra la base tecnica prudentiale di I ordine e quella di II ordine che viene generato l'utile demografico (detto *margin demografico*, di esso si tratterà nel capitolo successivo). Grazie all'utilizzo di ipotesi "prudenziali" l'introito dei premi (il cui importo come abbiamo visto precedentemente è maggiore al crescere della base tecnica) sarà molto probabilmente maggiore dell'esborso per i sinistri avvenuti. Si può notare la disuguaglianza a livello quantitativo riprendendo l'equazione del guadagno atteso dell'assicuratore: sia $p > p^*$

$$E_{p^*}(\hat{G}) = \Pi - xp^* = xp - xp^* > 0$$

Dove p^* è la probabilità realistica che si verifichi l'evento, e dunque il premio Π formalmente equo secondo la probabilità prudentiale p , produce un guadagno atteso positivo per l'assicuratore,

Il valore atteso del guadagno dell'assicuratore costituisce il cosiddetto *caricamento di sicurezza implicito*.

L'esempio quantitativo appena spiegato può essere utilizzato anche in una polizza attinente al ramo vita, ossia un contratto assicurativo in cui il rischio rappresenta un evento della vita umana. Consideriamo per semplicità di esposizione una polizza a capitale differito, ossia un contratto assicurativo che garantisce all'assicurato l'erogazione di un capitale a differimento di un tot di anni dalla sottoscrizione se questi è ancora in vita al momento della scadenza del differimento.

La differenza nel procedimento di calcolo con una polizza ramo danni sta nel fatto che solitamente le coperture del ramo danni sono monoannuali mentre i contratti in un portafoglio del ramo vita, come appena detto, sono per la maggior parte pluriennali e danno all'assicuratore la possibilità di detenere l'introito monetario dei premi per più anni, di conseguenza quando consideriamo il procedimento di calcolo per il premio assicurativo di una polizza vita, dobbiamo considerare il fatto che l'assicuratore ha la possibilità di investire i premi raccolti fino al momento in cui matura eventualmente la

prestazione (per semplicità consideriamo un portafoglio di contratti omogenei), quindi una volta che si è stimato l'esborso atteso a scadenza mediante la ponderazione del capitale da erogare per le probabilità di sopravvivenza degli assicurati, si considera il fatto che quell'esborso non matura entro l'anno bensì dopo un periodo pluriennale (la cui entità dipende dal differimento convenuto in polizza) ed il premio che l'assicuratore richiede è quindi pari a quell'esborso atteso scontato finanziariamente in quanto ad egli è sufficiente una somma inferiore a quella aleatoria perché i rendimenti finanziari sulla stessa concorreranno a formare l'importo aleatorio da esborsare a fine contratto.

È necessario in questo caso introdurre un valore definito *valore attuale medio*, per il cui calcolo viene preso in considerazione il capitale convenuto in polizza da erogare a scadenza, attualizzato in senso finanziario e demografico: ciò vuol dire che il valore del capitale/prestazione viene attualizzato finanziariamente, quindi riportato alla data di valutazione della polizza scontandolo annualmente con la legge composta mediante un tasso d'interesse annuo detto *base tecnica finanziaria*, per un periodo pari al tempo di differimento; inoltre per quanto concerne l'attualizzazione demografico-probabilistica, che ha significato analogo alla frequenza dei sinistri per una polizza del ramo danni, l'assicuratore si serve di opportune tavole di sopravvivenza dette "basi tecniche demografiche" le quali forniscono informazioni per calcolare il tasso di sopravvivenza e/o mortalità di una determinata generazione.

Replicando l'Esempio 1 per una polizza vita, che ha quindi la caratteristica contrattuale di garantire un pagamento di un capitale C se l'assicurato è in vita dopo n anni, vediamo che, fissato un tasso annuo i , il guadagno aleatorio dell'assicuratore valutato alla stipula del contratto è:

$$\hat{G} = \begin{cases} \Pi - C(1+i)^{-n} & \text{se in vita tra } n \text{ anni} \\ \Pi & \text{altrimenti} \end{cases}$$

Indicando con p la probabilità che l'assicurato sia in vita dopo n anni.

Il premio che annulla il valore attuale medio del guadagno dell'assicuratore è

$$\Pi = C(1 + i)^{-n} \cdot p$$

Ossia il premio equo è pari al valore attuale medio della prestazione dell'assicuratore.

Riguardo il discorso del caricamento di sicurezza, il procedimento è analogo in quanto l'assicuratore può utilizzare basi tecniche prudenziali conseguendo un guadagno atteso positivo:

siano p^* ed i^* le basi tecniche realistiche, se $p > p^*$ ed $i < i^*$ allora risulta che

$$E_p(\hat{G}) = \Pi - C(1 + i^*)^{-n} \cdot p^*$$

E quindi il premio π , formalmente equo secondo le basi tecniche p ed i (dette di *primo ordine*), produce un guadagno atteso positivo per l'assicuratore, che costituisce il cosiddetto *caricamento di sicurezza implicito*. Di conseguenza il premio π si configura come premio puro.

1.3 Calcolo del premio assicurativo ed equilibrio economico

Con gli esempi qualitativi n.1 e n.2 abbiamo spiegato il principio alla base della formazione del premio assicurativo, che è il prezzo che l'assicurato paga a fronte delle prestazioni che fornirà l'assicuratore e viene fissato in modo da rendere nullo il guadagno atteso dell'assicuratore; il premio può essere pagato in un'unica soluzione o in più rate, quindi può essere *unico*, ossia essere pari al valore attuale medio o attuariale delle prestazioni dell'assicuratore o *periodico*, ossia deve tener conto della probabilità di pagamento del contraente (ossia la sua probabilità di sopravvivenza) e del fatto che l'assicuratore potrà investire nel tempo una somma minore rispetto al pagamento del premio in un'unica soluzione.

Fornendo ora un esempio di tipo quantitativo per il calcolo del premio unico possiamo riprendere la polizza a capitale differito introdotta nei precedenti esempi:

Un uomo di 40 anni vuole assicurarsi un capitale C pari a 100.000 Euro in caso di sopravvivenza all'età di 65 anni. Fissato un tasso annuo i il valore attuale medio delle prestazioni dell'assicuratore è:

$$Y = \begin{cases} 100.000(1+i)^{-25} & \text{se in vita tra 25 anni} \\ 0 & \text{altrimenti} \end{cases}$$

Il premio unico secondo il principio di equità viene calcolato, come si può notare dall'equazione, mediante l'attualizzazione in senso finanziario del capitale, insieme alla quale viene operata quella demografica: nella pratica attuariale il premio è stimato utilizzando le rilevazioni statistiche riportate sulle tavole di sopravvivenza (o mortalità) dell'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT). Queste tavole partono da una popolazione teorica di l_0 persone alla nascita e riportano per ogni età x (anni compiuti), quanti sono gli individui ancora in vita e quanti sono morti alle varie età; per cui data una popolazione di l_0 neonati, sia x l'età intera, il numero di viventi (living) all'età x si indica con: l_x .

In particolare il rapporto tra l_{65} e l_{40} indica la probabilità per un individuo di 40 anni di essere ancora in vita all'età di 65, in questo modo viene stimato il costo atteso per l'assicuratore di una singola polizza vita a capitale differito:

$$U = E(Y) = 100.000 \cdot (1+i)^{-25} \cdot \frac{l_{65}}{l_{40}}$$

Ovviamente oltre al caricamento di sicurezza implicito dato dalle basi tecniche prudenziali l'assicuratore per avere un buon grado di sicurezza nel conseguire l'equilibrio economico può contare sulla legge dei grandi numeri e quindi sottoscrivere un elevato numero di questo tipo di polizza in modo che i tassi effettivi di mortalità (o sopravvivenza) si avvicinino il più possibile a quelli della popolazione teorica e non incorrere in errori nella stima del costo atteso dei contratti.

Riguardo all'attualizzazione finanziaria viene utilizzato un tasso d'interesse *risk free*, ossia il tasso d'interesse garantito da un titolo privo di rischi, generalmente viene utilizzato il rendimento garantito da un titolo di stato.

Per dimostrare l'equilibrio economico tra il montante dei premi stimati e il totale degli esborsi previsti dopo 20 anni consideriamo un portafoglio teorico con 80 contratti di capitale differito tutti di uguale durata e di uguale importo di capitale a scadenza, supponiamo inoltre per semplicità che i contratti vengano stipulati tutti alla medesima data e gli assicurati abbiano la stessa età x all'ingresso in assicurazione. Per il calcolo del premio unico abbiamo le seguenti basi tecniche:

- tasso tecnico $i = 3\%$
- $l_x = 80000$
- $l_{x+20} = 60000$

Attualizzando l'esborso aleatorio di un singolo contratto (premio unico) sappiamo che:

$$U = 100 \cdot v^{20} \cdot {}_{20}p_x$$

Dove la notazione attuariale ${}_{20}p_x$ rappresenta nient'altro che il rapporto tra i viventi all'età $x+20$ e quelli all'età x e costituisce la probabilità che un individuo di età x sia ancora in vita dopo 20 anni e v rappresenta un coefficiente pari al reciproco di $(1+i)$; il prodotto $v^n \cdot {}_n p_x$ (nell'esempio in questione $n = 20$) in notazione attuariale viene scritto come ${}_n E_x$ ed è definito *fattore di sconto attuariale* e corrisponde al valore attuale medio di un capitale unitario differito di n anni.

Utilizzando i dati precedentemente forniti procediamo al calcolo del premio unico ed in seguito al totale dei premi versati:

$$U = 100 \cdot \left(\frac{1}{1,03}\right)^{20} \cdot 0,75 = 41,525$$

Quindi sapendo che:

Premio unico * n contratti = Totale premi ;

$$41,525 \cdot 80 = 3322,1$$

Quando si arriverà a scadenza dei contratti a capitale differito del portafoglio che stiamo calcolando, maturerà il diritto alla prestazione degli assicurati rimasti in vita che, secondo le tavole di sopravvivenza, saranno pari a 60, quindi l'esborso monetario dell'assicuratore sarà pari al prodotto tra il numero di assicurati ancora in vita dopo 20 anni ed il capitale da erogare a questi ultimi:

$$60 \cdot 100 = 6.000$$

Dimostriamo che le coperture stimate ad inizio contratto sono sufficienti per indennizzare gli assicurati, il totale premi è stato investito per la durata di differimento maturando un rendimento annuo mediante l'interesse composto al tasso tecnico del 3%:

$$3322,1 \cdot (1,03)^{20} = 6.000$$

Il totale dei premi stimati per le coperture è quindi sufficiente per l'esborso complessivo del portafoglio alla scadenza del differimento.

I metodi per il calcolo del/i premio/i assicurativo/i ed il principio di equità alla base di questi sono di fondamentale importanza per comprendere le stime che deve produrre un'impresa di assicurazione per conseguire l'equilibrio economico e garantire la propria continuità aziendale.

La peculiare caratteristica del ciclo produttivo invertito fa sì che, in particolar modo nel ramo vita, per le imprese assicurative vi sia uno sfasamento temporale tra l'introito dei premi e l'erogazione delle prestazioni nei confronti degli assicurati; in questo modo nel bilancio dell'impresa assicurativa si avrà sempre un debito nei confronti degli assicurati che è considerato di tipo valutativo in quanto è aleatorio e pertanto deve essere stimato, solo grazie alla sua stima infatti l'assicuratore può capire

qual è la parte di premi incassati che può far convogliare nell'utile di esercizio e quale quella da imputare ancora a debito nei confronti degli assicurati, salvo poi rivedere la propria politica di attribuzione degli utili d'esercizio qualora le basi tecniche realistiche si rivelino particolarmente difformi dalle basi tecniche utilizzate per il calcolo dei premi.

2. LA RISERVA MATEMATICA

Il debito aleatorio che l'assicuratore contrae al momento dell'incasso dei premi viene espresso mediante un fondo nel quale vengono accantonati i suddetti premi: la *riserva matematica*, da essa vengono prelevate le risorse per procedere ai vari pagamenti previsti dai contratti di assicurazione ed il suo valore in un determinato momento rappresenta l'importo del debito verso gli assicurati. La riserva matematica risulta quindi molto utile per redigere il bilancio, essa viene infatti inserita nelle passività dello stato patrimoniale dell'impresa ed in quanto *posta di bilancio aleatoria* è variabile nel tempo per via della variazione dei tassi di mortalità e dei rendimenti conseguiti dall'impresa con l'investimento dei premi nel mercato finanziario, al variare di queste due variabili varia infatti la stima del debito dell'assicuratore verso gli assicurati.

La variazione della mortalità può concorrere sia ad aumentare che a diminuire l'importo della riserva matematica perché l'impresa assicurativa offre sul mercato sia polizze caso vita che caso morte (la più diffusa è la *temporanea caso morte*: l'assicurato paga un premio e se muore entro un certo numero di anni l'assicuratore erogherà un capitale a favore di un beneficiario), pertanto un aumento della mortalità può significare un aumento dell'importo dei pagamenti in favore di beneficiari di una *caso morte* o una diminuzione dei pagamenti delle polizze vita a capitale differito (discorso analogo vale per le rendite vitalizie: contratti che garantiscono all'assicurato il pagamento annuale o mensile di una rendita fino a quando rimane in vita). Il risultato positivo d'esercizio dovuto ad una variazione della mortalità viene definito *marginale demografico*.

Il discorso riguardo le variazioni dei rendimenti conseguiti dall'impresa assicurativa sul mercato è analogo per tutti i tipi di polizze in quanto all'aumentare del tasso d'interesse con cui matura il montante dei premi aumenta il risultato economico dell'assicuratore e viene conseguito un utile detto *marginale finanziario* quando il tasso d'interesse reale (anche detta *base tecnica di II ordine*) supera il tasso tecnico con cui è stata attualizzata finanziariamente la prestazione alla stipula del contratto.

La riserva matematica viene calcolata mediante due metodi: il metodo retrospettivo ed il metodo prospettivo.

2.1 Riserva retrospettiva

Il metodo *retrospettivo* permette di stimare la riserva in un determinato istante t come valore al tempo t della differenza tra i premi versati dagli assicurati fino al tempo t , calcolati in valore attuariale al tempo 0, e le prestazioni erogate dall'assicuratore fino al tempo t calcolate anch'esse in modo analogo:

$$V_t^{(R)} = (Premi[0, t] - Prest[0, t]) \cdot {}_tE_x$$

Il valore della riserva calcolata con il metodo retrospettivo è interpretabile come l'importo che sarebbe equo corrispondere all'assicurato all'epoca t in caso di uscita anticipata dal contratto.

Nella formula retrospettiva il valore delle prestazioni annuali dell'assicuratore equivalgono a dei premi naturali, ossia quei premi pagabili all'inizio di ogni anno e di importo pari al valore delle prestazioni fornite dall'assicuratore nello stesso anno.

Il premio naturale pagabile all'epoca t per esempio, è il valore attuariale in t delle prestazioni che fornirà l'assicuratore a $t+1$, le prestazioni con cui si calcola il valore della riserva sono quindi stima o costo atteso dell'assicuratore per le polizze coperte di anno in anno.

Nella formula inoltre per riportare al tempo t la differenza tra valori attuariali calcolati al tempo 0 viene moltiplicato tale valore per il reciproco del fattore di sconto attuariale ${}_tE_x$, come si può

facilmente dimostrare infatti: se stipulo una polizza a capitale differito all'età x con differimento t , all'epoca x pago un premio unico pari a:

$$U = C \cdot {}_tE_x$$

Non conoscendo il valore del capitale da erogare a scadenza, riprendendo l'entità del premio unico versato ad inizio contratto e moltiplicando tale premio per il reciproco del fattore di sconto attuariale ${}_tE_x$ si ottiene:

$$U \cdot {}_tE_x = C \cdot {}_tE_x \cdot {}_tE_x^{-1} = C$$

Riprendendo inoltre la polizza presa ad esempio nei precedenti paragrafi, l'assicurazione di capitale differito (convenzionalmente $C = 1$), si può notare come la riserva **retrospettiva** calcolata al tempo t intermedio rispetto agli n anni di differimento della polizza, sia alimentata esclusivamente dal valore al tempo t del premio unico in quanto tale contratto di assicurazione prevede la prestazione aleatoria dell'assicuratore esclusivamente al termine del differimento:

$$V_t^{(R)} = {}_nE_x * {}_tE_x^{-1}$$

2.2 Riserva prospettiva

La riserva prospettiva, dove t è un istante intermedio tra l'emissione della polizza e la scadenza n , è la differenza tra il valore attuariale in t delle prestazioni che l'assicuratore deve erogare dal tempo t fino ad n ed il valore attuariale in t dei premi che l'assicurato deve corrispondere da t ad n :

$$V_t^{(P)} = Prest[t, n] - Premi[t, n]$$

la riserva prospettiva risulta quindi una valutazione che riguarda la durata residua dei contratti assicurativi; essa, se positiva, è interpretabile come l'importo che sarebbe equo pagare in t per attivare la polizza.

Per i contratti composti con contratti elementari caso vita e caso morte la riserva prospettiva calcolata con la base tecnica del I ordine è uguale alla riserva prospettiva:

$$V_t^{(P)} = V_t^{(R)}$$

È possibile dimostrare l'uguaglianza grazie alla proprietà della *scindibilità attuariale*, se consideriamo infatti il valore attuariale di un'assicurazione elementare caso vita con capitale unitario:

$${}_nE_x = v^n \cdot {}_n p_x = v^n \cdot \left(\frac{l_{x+n}}{l_x} \right)$$

per ogni scelta di h ($h < n$) moltiplicando numeratore e denominatore per l_{x+h} otteniamo:

$${}_nE_x = v^h \cdot \left(\frac{l_{x+h}}{l_x} \right) \cdot v^{n-h} \cdot \left(\frac{l_{x+n}}{l_{x+h}} \right) = v^h \cdot {}_h p_x \cdot v^{n-h} \cdot {}_{n-h} p_{x+h} = {}_h E_x \cdot {}_{n-h} E_{x+h}$$

È possibile quindi utilizzare la proprietà appena dimostrata per scrivere l'equazione dei premi e delle prestazioni dal tempo 0 fino a n , dove $0 < t < n$:

$$Prest[0, n] = Prest[0, t] + Prest[t, n] \cdot {}_t E_x$$

$$Premi[0, n] = Premi[0, t] + Premi[t, n] \cdot {}_t E_x$$

Se i valori attuariali sono calcolati con la base tecnica del I ordine, per il principio di equità si ha:

$$Prest[0, n] = Premi[0, n]$$

E quindi:

$$Prest[0, t] + Prest[t, n] \cdot {}_t E_x$$

Segue che:

$$Prest[t, n] - Premi[t, n] = (Premi[0, t] - Prest[0, t]) \cdot {}_t E_x^{-1}$$

È dimostrato quindi che con contratti elementari caso vita e caso morte la riserva prospettiva calcolata con la base del I ordine è uguale alla retrospettiva.

Solitamente la riserva prospettiva viene calcolata con basi tecniche aggiornate rispetto a quelle di I ordine utilizzate nella retrospettiva.

Le riserve matematiche possono quindi essere calcolate in maniera differente in base all'obiettivo che si pone l'assicuratore prima di compiere il procedimento, infatti se la riserva retrospettiva è utile per calcolare il capitale utilizzato fino al momento per ottemperare agli impegni accaduti nel medesimo periodo, il metodo prospettivo consente di stimare le prestazioni future che deve erogare l'assicuratore fino alla scadenza dei contratti.

È chiaro che il secondo metodo si prefigura come una stima ed è quindi una posta di bilancio valutativa e non certa, sebbene sia una voce di primaria importanza per l'equilibrio economico e di conseguenza per la continuità aziendale, oltre ad evitare il rischio di sottostimare gli impegni futuri dell'impresa assicurativa, una stima molto attendibile permette di non detenere fondi in maniera improduttiva cogliendo così le opportunità di investimento.

2.3 Aspetti normativi della riserva nel bilancio delle assicurazioni

Citando il *Codice delle assicurazioni* (Cda) all'art. 36 bis, comma 2: "L'impresa detiene riserve tecniche per un valore corrispondente all'importo attuale che l'impresa medesima dovrebbe pagare se dovesse trasferire immediatamente i propri impegni assicurativi e riassicurativi ad un'altra impresa di assicurazione o di riassicurazione."

Dalla norma citata emerge quindi la predilezione nei confronti dell'utilizzo della riserva matematica calcolata con il metodo prospettivo, essa è la voce di primaria importanza all'interno delle riserve tecniche del ramo vita.

Le riserve tecniche, citate dalla norma, comprendono diversi tipi di riserve a seconda dei rami a cui appartengono le relative polizze ed anche all'interno delle stesse gestioni, per esempio all'interno delle riserve tecniche che devono essere costituite nell'esercizio del ramo danni vi sono²:

riserva premi, riserva sinistri, riserva per partecipazione agli utili e ristorni, altre riserve tecniche e le riserve di perequazioni; nel ramo vita sono invece presenti: riserve matematiche, riserva premi delle assicurazioni complementari, riserva per somme da pagare, riserva per partecipazione agli utili e ristorni. La *riserva premi* accoglie quote di premio³ non di competenza dell'esercizio in corso che vengono rinviate all'esercizio successivo; la *riserva sinistri*⁴ accoglie il debito che l'impresa ha nei confronti degli assicurati per i sinistri già verificati ma che non sono stati ancora liquidati e per i quali rimane da definire l'importo certo o la regolazione dell'indennizzo; la *riserva per partecipazione agli utili* è riferita a quei contratti le cui prestazioni sono collegate a rendimenti di alcuni strumenti finanziari; le riserve per perequazioni accolgono invece le somme accantonate in virtù di disposizioni legislative o regolamentari allo scopo di perequare le fluttuazioni del tasso dei sinistri negli anni futuri.

Per quanto riguarda le riserve tecniche del ramo vita invece: della *riserva matematica* abbiamo ampiamente parlato nelle precedenti righe; la *riserva premi delle assicurazioni complementari* è

² *Allegato A*, Ivass, 6 dicembre 2016.

³ Economia delle imprese di assicurazioni etc.

⁴ *Il bilancio d'esercizio e la solvibilità*, prof. Roberto Cerchiara

espressa come rateo del premio di competenza dell'esercizio successivo; la *riserva per somme da pagare* è analoga alla riserva sinistri del ramo danni, essa riguarda le obbligazioni maturate dall'impresa a fine esercizio per scadenze dei contratti e riscatti; le *altre riserve tecniche* sono in genere composte interamente dalla riserva per spese future, la riserva spese è pari al valore attuale demografico-finanziario (relativo alla durata residua) della quota di ammortamento del caricamento sulla durata e al tasso previsto in tariffa.

Come si può evincere dalla categoria di voci presenti in bilancio tra le riserve tecniche, la riserva matematica risulta quella che richiede più monitoraggio in quanto copre un arco temporale maggiore ed è caratterizzata da maggiore sensibilità rispetto alle variabili che vengono prese in considerazione nell'attualizzazione demografico-finanziaria delle prestazioni future.

Le riserve tecniche sono poste contabili che fanno parte del passivo reale dell'impresa e devono essere valutate secondo la migliore stima sulla base di informazioni aggiornate e attendibili nonché su ipotesi realistiche, utilizzando metodi attuariali e statistici che siano adeguati, applicabili e pertinenti⁵; inoltre l'impresa deve segmentare gli impegni assicurativi e riassicurativi in gruppi di rischi omogenei⁶. La garanzia effettiva dell'adempimento degli obblighi assunti con i contratti assicurativi è fornita ovviamente non dalle riserve, che sono solo una valutazione del debito aleatorio, ma dalle attività patrimoniali poste a copertura di esse. Il patrimonio dell'impresa deve pertanto essere investito per un ammontare almeno pari alle riserve tecniche in modo da fornire la massima garanzia dell'adempimento degli impegni assunti con i contratti, ne consegue che le condizioni previste per la copertura delle riserve tecniche sono più rigorose rispetto agli altri investimenti dell'impresa⁷. Il codice delle assicurazioni (art.38) prevede infatti che le riserve tecniche debbano essere coperte con attivi dell'impresa, in modo adeguato alla natura dei rischi e delle obbligazioni assunte e alla durata dei relativi contratti, nonché nel migliore interesse dei contraenti, degli assicurati e degli aventi diritto a prestazioni assicurative.

⁵ Codice delle assicurazioni, art.36-ter, comma 2

⁶ Idem, art.36-bis, b

⁷ Manuale di diritto delle assicurazioni, Volpe-Donati

3. DIRETTIVA 2009/138/CE: *SOLVENCY II*

La nascita di una nuova direttiva comunitaria, nota come *Solvency II*, affonda le sue radici nell'esigenza di modellare un mercato assicurativo verso una maggiore solidità, tale da promuovere investimenti a lungo termine e sostenere la crescita dell'economia europea.

Il nuovo sistema di regolazione prudenziale intende superare le criticità emerse dalla precedente direttiva, nota come *Solvency I*, mediante la previsione di tre pilastri rispettivamente per aspetti quantitativi, qualitativi o organizzativi, ed infine contabili.

In particolare la trattazione si concentrerà sul requisito di capitale che rappresenta il reale cambiamento di prospettiva che introduce la nuova regolamentazione prudenziale: il *Solvency capital requirement*.

3.1 Finalità di un sistema di regolazione prudenziale

il principale testo normativo dal quale vengono recepite le linee guida per il calcolo delle riserve e con il quale viene regolamentata l'attività assicurativa in Italia è il *Codice delle assicurazioni*; già ampiamente citato nel precedente capitolo, esso ha accolto l'integrazione e le modifiche introdotte dal decreto di attuazione della direttiva europea *Solvency II* (d.lgs. 12 maggio 2015 n.74), che ne rispetta fedelmente i principi.

La finalità principale della direttiva comunitaria 138/2009/CE, nota come *Solvency II*, è l'adeguata protezione degli assicurati e degli aventi diritto alle prestazioni assicurative, mediante il controllo

della sana e prudente gestione delle imprese di assicurazione e riassicurazione e della trasparenza e correttezza dei loro comportamenti nei confronti della clientela⁸.

La nuova regolamentazione prudenziale prevista dalla direttiva *Solvency II* si pone l'obiettivo di favorire l'innovazione delle compagnie di assicurazione in ambito di gestione del proprio profilo di rischio e di monitoraggio dello stesso, eliminando inoltre le differenze più rilevanti tra le normative di vigilanza degli Stati membri dell'Unione Europea grazie all'introduzione di principi vincolanti che favoriscono la convergenza delle normative nazionali. Il nuovo sistema normativo prevede una determinazione dei requisiti patrimoniali che va di pari passo con la gamma dei rischi cui è esposta una compagnia, ciò costituisce un solco rispetto alla regolamentazione precedente. Il nuovo requisito patrimoniale infatti, il *Solvency capital requirement*, è collegato ad una precisa valutazione dei rischi che minano la stabilità della compagnia di assicurazione.

La vigilanza è un aspetto sul quale i regolatori del settore assicurativo si focalizzano molto in quanto il fallimento di un'impresa che opera in esso può causare enormi danni alla comunità, basti pensare alla grande massa di contratti per i quali un'assicurazione assume degli impegni, ed alla funzione sociale di questi ultimi. La prestazione dell'assicuratore infatti ha finalità di risarcimento del danno subito dall'assicurato (funzione indennitaria del ramo danni), ed addirittura nelle polizze del ramo vita assume uno scopo previdenziale. La vigilanza ha quindi come obiettivo quello di monitorare la solvibilità dell'intero sistema in quanto il fallimento di una compagnia di assicurazione può causare danni anche all'intero mercato finanziario ed assicurativo, soprattutto se tra le compagnie vi sono rapporti riguardanti quote di rischi assunti ceduti in riassicurazione o coassicurazione (trasferimento o gestione di quote di contratti assicurativi del proprio portafoglio). L'impresa di assicurazione nella sua attività operativa assume e allo stesso tempo corre diversi tipi di rischi, soprattutto per quanto concerne le polizze del ramo vita, per i quali essa non solo è sottoposta alle fluttuazioni dei tassi di sopravvivenza (o mortalità) ma in larga parte anche a quelli relativi ai prezzi degli strumenti del mercato finanziario. È quindi necessario che essa detenga un sufficiente importo di mezzi propri

⁸ Codice delle assicurazioni, art.3

(o patrimonio netto) in modo da ripianare eventuali perdite derivanti da accadimenti significativamente distanti da quelli incorporati nella stima del premio di polizza.

Alle compagnie non è sufficiente conseguire rendimenti sugli attivi a copertura delle riserve tecniche almeno pari a quelli stimati dai calcoli attuariali nel premio di polizza, è necessario infatti che i suoi investimenti siano caratterizzati da liquidità, quindi pronta esigibilità, per far fronte ad eventuali esigenze in termini di esborsi nei confronti della propria platea di assicurati.

Per questo motivo il tema principale della vigilanza del settore è la previsione di requisiti patrimoniali, è dunque fondamentale che l'impresa si doti di un margine caratterizzato da mezzi finanziari propri tale da compensare eventuali shock di liquidità. Il margine costituito dalle compagnie è quindi un margine di solvibilità, detto margine per trenta anni, fino al dicembre 2015, è stato determinato seguendo le regole della precedente direttiva europea, la *Solvency I*⁹.

3.2 Criticità della previgente normativa

La previgente normativa, rappresentata dalle direttive 83/2002 per i rami vita e 13/2003 per i rami non vita, prevedeva che il margine di solvibilità venisse calcolato, nei rami vita, in percentuale delle riserve matematiche, mentre nei rami danni in percentuale dei premi annui o dell'onere medio dei sinistri. Nel ramo danni il *margine minimo di solvibilità* (MMS) era stabilito come il maggiore tra i risultati ottenuti applicando due criteri, in secondo luogo si teneva poi conto del coefficiente di copertura riassicurativa:

- Il primo criterio prevedeva l'applicazione di un'aliquota pari al 16-18% dell'ammontare dei premi dell'ultimo esercizio;
- Il secondo prevedeva il calcolo del margine minimo come un'aliquota del 23-26% applicata all'onere medio dei sinistri degli ultimi 3 esercizi.

⁹ Ivass, pubblicazioni e statistiche

Il coefficiente di conservazione α^{10} , per tenere conto della copertura riassicurativa, non poteva scendere sotto il 50% al fine di non sovrastimare l'effetto della riassicurazione nel calcolo del requisito patrimoniale¹¹.

Ulteriore elemento di patrimonializzazione richiesto dalla direttiva precedente era la *Quota di garanzia* (QG), soglia al di sotto della quale le imprese non potevano scendere. Nel caso in cui i mezzi propri dell'azienda fossero risultati inferiori al MMS, ma eccedenti la QG, l'impresa avrebbe dovuto presentare un piano di risanamento all'Autorità di Vigilanza dove avrebbe dovuto indicare un programma per ritornare in condizione di pieno rispetto del requisito di solvibilità.

Come si può evincere dalle disposizioni appena descritte, si faceva riferimento ad un meccanismo semplice, forfettario, che non necessitava di procedimenti tecnici per stabilire l'ammontare di questo "cuscinetto" di garanzia per la compagnia e per gli assicurati.

Non si peccherebbe di presunzione nel sostenere che quella utilizzata fino a poco tempo fa fosse una regola "miope", perché nel momento in cui una compagnia investe gli attivi derivanti dalla raccolta dei premi, li immette in un circuito, il mercato finanziario, che è sottoposto a regole e variabili che non tengono conto in maniera proporzionale del tipo di rischio che l'impresa si è impegnata a coprire. Ne consegue che il procedimento sopra descritto non è adatto cogliere il reale profilo di rischio dell'impresa perché si concentra unicamente sul rischio di sottoscrizione delle polizze per orientare l'importo del margine di solvibilità, non considerando che i premi investiti nel mercato finanziario vengono sottoposti ad oscillazioni dei prezzi dei titoli.

Dal comportamento di un gran numero di operatori infatti, si possono verificare eventi finanziariamente rischiosi e di mercato tali da causare per l'impresa l'impossibilità di garantire gli impegni presi alla stipula del contratto, e quindi il suo fallimento, con tutte le conseguenze negative precedentemente elencate. La precedente disciplina prudenziale non teneva dunque conto dei suddetti fattori, trascurando quindi altre tipologie di rischio come il rischio di liquidità ed il rischio di credito

¹⁰ Quota di rischi in portafoglio non ceduta ad imprese di riassicurazione.

¹¹ Floreani, Economia delle imprese di assicurazione, 2011.

delle imprese emittenti, elementi in grado di impattare sulla solvibilità della compagnia. Inoltre *Solvency I* forniva uno schema di riferimento in cui ciascun paese era libero di decidere per proprio conto le concrete modalità di calcolo del margine di solvibilità, il livello di armonizzazione in ambito europeo era dunque minimo, la disomogeneità era inoltre presente al momento delle valutazioni sulle attività e passività a bilancio delle imprese. I criteri utilizzati dalle compagnie dei diversi Stati membri, essendo diversi, concorrevano a formare un'eccedenza tra attività e passività non comparabile tra le diverse compagnie. Date le premesse, il quadro che ne usciva fuori era un insieme di paesi che forniva ognuno proprie regole, un campo da gioco non livellato in cui alcuni paesi ne risultavano favoriti a scapito di altri, dato il mutamento normativo verso liberalizzazioni tariffarie, perché le imprese dei paesi meno esigenti in quanto ad accantonamento del margine di solvibilità potevano disporre di maggiori mezzi da investire rispetto a quelle di paesi più prudenti. In questo modo un'impresa che riusciva ad autofinanziarsi in misura maggiore poteva praticare premi di polizza più vantaggiosi per i consumatori europei in quanto in tal modo era possibile aumentare lo sconto attuariale sul capitale assicurato per via della possibilità di diversificare meglio gli investimenti in quanto deteneva maggiore capitale da investire. Questo circolo vizioso si concretizzava permettendo alla compagnia un aumento della platea di assicurati, maggiore attendibilità delle stime attuariali per la legge dei grandi numeri e maggiori informazioni da poter incorporare nelle successive valutazioni delle polizze assicurative. Con la precedente regolamentazione vi erano anche conseguenze nel crescente processo di internazionalizzazione dell'industria assicurativa con la nascita di gruppi sempre più presenti in molti Paesi, obbligati a rispettare le più diverse regolamentazioni prudenziali proprio mentre, con il passaporto europeo, le loro polizze avevano libero accesso nel mercato continentale. Fattore che inoltre alimentava la mancanza di un'efficienza a livello di mercato europeo era la mancata previsione di principi contabili internazionali nella valutazione dei contratti assicurativi che conducesse ad omogeneità nella determinazione delle riserve tecniche e nelle discipline sulla solvibilità d'impresa. Si percepiva quindi il bisogno di un rafforzamento del sistema

che garantissero una maggiore visione d'insieme ed un confronto omogeneo nella valutazione tra imprese concorrenti.

Le criticità descritte indussero l'Unione Europea a cambiare rotta, in luogo di un'armonizzazione massima della sua normativa con l'obiettivo dei legislatori di collegare strettamente la definizione dei requisiti patrimoniali all'insieme dei rischi caratteristici di un'impresa assicuratrice.

La nuova direttiva ha percorso un cammino tortuoso per venire alla luce in quanto per l'armonizzazione è stato necessario trovare un linguaggio comune di rischio sebbene vi fossero sistemi diversi di *welfare state*, la discussione ha inoltre incontrato ostacoli nel cammino come la crisi dei debiti sovrani del biennio 2010-2011.

3.3 Svolta della direttiva 138/2009/CE: *Solvency II*

La direttiva *Solvency II* è stata approvata definitivamente dal Parlamento Europeo nel 2009, il relativo testo conteneva principi generali della futura regolamentazione: modalità di calcolo dei nuovi requisiti di capitale, indirizzi in materia di corporate governance e di controllo dei rischi delle imprese assicuratrici, obblighi informativi. La nuova disciplina è entrata in vigore e *Solvency II* ha preso il posto di 14 direttive precedenti e di 28 regolamentazioni nazionali sostituite da un'unica normativa per l'intera area dell'Unione europea.

La direttiva in vigore prevede una regolamentazione prudenziale con l'obiettivo di misurare ogni rischio rilevante per una compagnia allo scopo di determinare la quantità di capitale occorrente a evitare che l'assicuratore possa fallire al materializzarsi di quel rischio. Le compagnie infatti si basano sul passato per stimare l'impatto di rischi futuri, consultando serie storiche che si presume si possano ripetere con un buon grado di attendibilità, il che comunque dipende dalla "profondità" nel tempo di queste statistiche osservate. I problemi sorgono nel momento in cui si manifestano eventi inattesi che possono minare la stabilità economica dell'impresa assicurativa, quali che siano eventi estremi riguardanti rischi di cui si hanno serie storiche approfondite oppure eventi poco conosciuti di cui si

hanno poche statistiche e la cui entità dei danni causati dalla loro manifestazione risultano di difficile stima. Quando un evento inatteso accade, questo verrà incorporato nelle statistiche precedenti in attesa che il prossimo evento impreveduto imponga di rivedere le stime. La nuova regolamentazione prevista da *Solvency II* persegue proprio l'obiettivo di coprire tutti i rischi che incombono sull'attività di un assicuratore compresi entro un intervallo di probabilità del 99,5% l'anno. Infatti non sono stati presi in considerazione degli eventi limite, cui è stata assegnata una probabilità di accadimento non superiore allo 0,5%; cosicché se gli avvenimenti seguissero pedissequamente la distribuzione di probabilità teorica si osserverebbe il fallimento di un'impresa una volta ogni 200 anni.

È chiaro che nel momento in cui si dovessero verificare casi limite verrebbe a cadere la barriera eretta dalla disciplina della nuova direttiva, si potrebbe quindi concludere che se la regolamentazione non è in grado di proteggere le compagnie dagli eventi più impattanti sul proprio bilancio, fallisce nel suo obiettivo principale. In realtà il cambiamento epocale introdotto dalla nuova disciplina consiste nell'aver imposto alle imprese assicurative che all'aumentare dei rischi che decidono di coprire con le loro polizze, deve aumentare il capitale, costituito da mezzi propri, di cui devono disporre. La direttiva prevede inoltre un sistema di controlli interni molto più pervasivo e a una maggiore responsabilizzazione degli organi societari, questo fa sì che la governance societaria sia molto più strutturata ed efficiente in modo da aumentare la competitività tra le imprese e la stabilità dell'intero settore economico.

Il principio generale collega l'applicazione dei requisiti stabiliti in direttiva alla portata ed alla complessità dei rischi inerenti all'attività esercitata¹², disegnando un equilibrio dinamico tra rischi e requisiti patrimoniali. Dinamico poiché i rischi e le attività finanziarie dipendono da variabili in costante cambiamento per cui risulta necessario operare continui aggiustamenti nelle quantità di capitale da destinare a bilancio, l'imposizione di requisiti di capitale prudenziali risponde quindi alla necessità che la compagnia non si faccia trovare impreparata di fronte ad eventi inattesi.

¹² Manuale di diritto delle assicurazioni, Volpe-Putzolu

Il concetto di rischio può essere visto secondo due prospettive differenti perché la compagnia assicurativa può dover affrontare una variazione dell'importo degli impegni assunti nei confronti degli assicurati, quindi dal lato delle riserve tecniche; oppure può essere soggetto alle variazioni del valore degli investimenti a copertura delle suddette riserve poiché il mercato finanziario vive di fluttuazioni dei prezzi che sono collegate a molteplici variabili. È evidente che se la nuova direttiva ha posto il rischio al centro dell'attività dell'impresa, sia le attività che le passività dell'impresa concorrono a far aumentare il requisito di capitale richiesto dal regolatore; la somma dei diversi apporti di capitale derivante da ogni rischio che corre la compagnia costituiscono il *Solvency capital requirement* (SCR) complessivo della compagnia, ossia il requisito di capitale da detenere per fronteggiare eventi inattesi che si possono verificare.

Le fondamenta di *Solvency II* sono costituite da tre pilastri:

- i requisiti patrimoniali (o quantitativi);
- i requisiti organizzativi (o qualitativi);
- i cosiddetti obblighi informativi (o reporting).

I *requisiti patrimoniali* (o *quantitativi*) comprendono le disposizioni sulla valutazione degli attivi e delle passività, le riserve tecniche, i fondi propri ed il requisito di solvibilità. La direttiva, proponendosi di uniformare le regole di solvibilità delle imprese degli Stati membri, fornisce delle disposizioni dettagliate: per *fondi propri* intende infatti l'eccedenza delle attività rispetto alle passività; i *fondi propri di base* sono invece l'eccedenza delle attività rispetto alle passività e le passività subordinate (strumenti finanziari emessi dall'impresa); per *fondi propri di base ammissibili* si intendono gli elementi dei fondi propri individuati dalle autorità di vigilanza degli Stati membri, nel rispetto delle disposizioni di attuazione della Commissione Europea, ai fini della copertura del *Solvency capital requirement*. Il *Requisito di Patrimonialità Minimo* rappresenta la soglia patrimoniale minima al di sotto della quale l'autorità di vigilanza deve revocare l'autorizzazione all'esercizio dell'attività assicurativa.

I *requisiti organizzativi* (o *qualitativi*) prevedono per le imprese una dotazione di una struttura organizzativa adeguata, con una chiara ripartizione e un'appropriata separazione delle responsabilità ed un sistema efficace per garantire la trasmissione delle informazioni (governance), inoltre le persone che dirigono effettivamente l'impresa o rivestono altre funzioni fondamentali devono possedere adeguati requisiti di competenza e di onorabilità.

Gli obblighi informativi (o reporting) comprendono l'informazione periodica che le imprese devono fornire all'autorità di vigilanza e le informazioni da divulgare al pubblico.

La trasparenza richiesta dalla nuova direttiva è l'indicatore di un approccio proattivo di prevenzione delle crisi aziendali, rovesciando il credo che un'azienda in crisi debba nascondere la propria situazione economica negativa per evitare di accelerare la crisi stessa, di conseguenza se le compagnie sono "costrette" a fornire informazioni sulla propria attività e sul bilancio, si sentiranno responsabilizzate in ogni scelta aziendale.

3.4 I Requisiti patrimoniali (o quantitativi)

Un ulteriore solco scavato da *Solvency II* rispetto alla normativa precedente sta nella sua coerenza con i principi contabili internazionali utilizzati per scrivere i bilanci consolidati delle compagnie di assicurazione. Il regolatore, in base all'art. 75 della direttiva *Solvency II*, prevede che il metodo valutativo per iscrivere a bilancio le "passività", quindi anche le riserve tecniche, sia l'importo "al quale potrebbero essere trasferite, o regolate, tra parti consapevoli e consenzienti in un'operazione svolta alle normali condizioni di mercato". Così la direttiva sancisce il principio del *fair value*, consentendo un buon grado di comparabilità tra i bilanci delle compagnie degli Stati membri ed un procedimento omogeneo da cui si possano valutare l'ammontare dei fondi propri dell'impresa. Dalla norma si può evincere come il fair value possa essere inteso come il prezzo che la compagnia dovrebbe pagare per trasferire le proprie obbligazioni ad un'altra compagnia a condizioni di mercato. La disposizione della direttiva potrebbe non rappresentare un elemento di novità rispetto a ciò che si è detto nei capitoli iniziali sulla teoria del calcolo delle riserve tecniche, la realtà però ci dice che nei

bilanci d'esercizio delle compagnie assicurative europee alcune poste contabili, prima della nuova direttiva, venivano valutate al minore tra costo di acquisto e valore di mercato di un bene in aderenza al principio prudenziale che storicamente ha sempre caratterizzato gli standard contabili nazionali. Quanto alle riserve, in omaggio al medesimo principio prudenziale, era imposto di calcolare il "costo ultimo" di un sinistro, cioè quanto sarebbe stato effettivamente pagato dall'assicuratore al momento della sua liquidazione. L'approccio di valutazione definito al "costo storico" era quello prevalente nella vigilanza europea.

Il nuovo focus sul profilo di rischio delle imprese imposto dalla direttiva prevede che la stima dell'importo delle riserve tecniche oltre ad avere un valore medio abbia una componente aleatoria legata alla distribuzione di probabilità di tutti gli eventi che possono generare flussi di cassa derivanti dalle obbligazioni della compagnia. L'articolo 77,1 della *Solvency II* prevede infatti che il valore delle riserve tecniche sia "pari alla somma della migliore stima e del margine di rischio...".

Ora con il principio valutativo del *fair value* (letteralmente "valore corretto") per iscrivere le poste di bilancio, il procedimento utilizzato prevede in primo luogo di valutare se esiste un mercato attivo nel quale sono scambiate le attività o passività analoghe a quelle oggetto di valutazione, potendo così comporre il prezzo di mercato. Qualora non esista un mercato attivo si utilizza l'approccio *mark-to-model* e si dovrà ricorrere ad un'appropriata tecnica di valutazione che dipende dalle caratteristiche dello strumento oggetto di valutazione. Un esempio lampante di strumenti per la cui valutazione viene utilizzata la seconda modalità sono le riserve tecniche, passività caratteristiche delle compagnie assicurative per le quali non esiste un valore corrente di mercato in quanto sono strumenti che per caratteristiche non possono essere scambiati all'interno di un classico luogo d'incontro di domanda ed offerta.

In questo caso si deve quindi ricorrere ad un modello *mark-to-model* dove però sono identificabili due modalità di valutazione:

- metodo del *portafoglio replicante*
- metodo della *best estimate* e del *risk margin*

la prima modalità si riferisce a contratti i cui flussi di cassa futuri connessi alle obbligazioni assicurative possano essere riprodotti con buon grado di attendibilità utilizzando strumenti finanziari che siano dotati di un valore di mercato, con tale modalità la riserva tecnica corrisponderà al valore di mercato del portafoglio composto da questi strumenti *replicanti*.

La metodologia descritta concretizza la sua utilità principalmente nel ramo vita, dove non vi è aleatorietà tra il momento in cui matura il diritto alla prestazione e l'importo della stessa.

Il secondo approccio del *mark-to-model* prevede che il valore corrente con cui si possano cedere le riserve tecniche sia pari alla somma della *best estimate* e del *risk margin*, il secondo riguarda la stima della variabilità dei flussi generati dalle passività, mentre la *best estimate* ("migliore stima"), secondo l'art.77,2 della direttiva *Solvency II*, "corrisponde alla media dei flussi di cassa futuri ponderata con la probabilità, tenendo conto del valore temporale del denaro sulla base della pertinente struttura per scadenze dei tassi d'interesse privi di rischio". Inoltre la *migliore stima* è basata su informazioni aggiornate ed ipotesi realistiche, e tiene conto di tutti i possibili flussi in entrata e in uscita generati dai contratti di assicurazione e riassicurazione della compagnia fino alla loro scadenza. Il margine di rischio invece, secondo l'articolo 77, comma 3 "è tale da garantire che il valore delle riserve tecniche sia equivalente all'importo di cui le imprese di assicurazione e di riassicurazione avrebbero bisogno per assumersi e onorare le obbligazioni di assicurazione e di riassicurazione". In sostanza con la seconda metodologia per calcolare il valore delle riserve tecniche viene utilizzata una somma tra la media dei flussi di cassa generati da esse e la stima della variabilità o distribuzione di probabilità delle stesse.

Come enunciato dall'articolo della direttiva, le proiezioni dei flussi di cassa nel calcolo della migliore stima vengono attualizzate finanziariamente tenendo conto del valore temporale del denaro, dato che viene calcolata la media di queste proiezioni, il valore della migliore stima è un valore attuale atteso o attuariale. Il *margine di rischio* è calcolato determinando il costo della costituzione di un importo di fondi propri ammissibili pari al requisito patrimoniale di solvibilità necessario per far fronte alle

obbligazioni di assicurazione e di riassicurazione per tutta la loro durata di vita¹³. Per calcolare il *risk margin* viene utilizzato il “metodo del costo del capitale” (“CoC approach”) il cui principio è che i fondi propri detenuti per fronteggiare la variabilità dei rischi inerenti ai contratti stipulati hanno un costo derivante dalla remunerazione richiesta dagli azionisti della compagnia. Il tasso del costo del capitale è lo stesso per tutte le imprese ed è fissato dall’EIOPA al 6%, esso è “pari alla maggiorazione rispetto al tasso d’interesse privo di rischio pertinente in cui un’impresa di assicurazione o riassicurazione incorrerebbe detenendo un importo di fondi propri ammissibili [...] pari al requisito patrimoniale di solvibilità necessario per far fronte alle obbligazioni di assicurazione o di riassicurazione per tutta la loro durata di vita” (art.77,5, direttiva 139/2009/CE).

Come precedentemente descritto, qualora la compagnia di assicurazione non dovesse riuscire a replicare i flussi generati dalle sue obbligazioni mediante un portafoglio di strumenti replicanti, essa deve calcolare le riserve tecniche mediante le due componenti della *best estimate* (o *migliore stime*) e del margine di rischio. In sostanza la compagnia deve calcolare un valore pari al costo necessario per mantenere libere da altri impieghi le proprie risorse, innalzando la propria patrimonializzazione.

3.4.1 La curva dei tassi d’interesse

Come enunciato nell’art. 77 della direttiva Solvency II, nella stima delle riserve tecniche le proiezioni dei flussi di cassa generati dalle obbligazioni contrattuali devono essere attualizzate in senso finanziario tenendo conto del valore temporale del denaro. In particolare si deve far riferimento ad una “pertinente struttura per scadenza dei tassi d’interesse privi di rischio” (art. 77, 2). L’articolo menziona la “struttura per scadenza” in quanto le obbligazioni della compagnia derivano da contratti i quali sono caratterizzate da scadenze diverse, che possono anche generare flussi a scadenze diverse per via di differenti obblighi e diritti dell’assicurato in base al tipo di contratto. Sul portafoglio di contratti detenuto da una compagnia assicurativa possono infatti essere applicati tassi di

¹³ Direttiva 138/2009/CE, art. 77, comma 5.

attualizzazione diversi sebbene alcune obbligazioni generino flussi analoghi. Tipicamente su obbligazioni a più lungo termine si osservano tassi d'interesse più elevati.

Generalmente la curva dei tassi d'interesse ha una struttura bidimensionale, essa si può sviluppare infatti in base alla variabile rischio ed alla variabile scadenza, dato che in ambito assicurativo siamo interessati al tasso di attualizzazione dei flussi, analizzeremo la variazione del tasso d'interesse per uno stesso livello di rischio (il tasso "privo di rischio") al variare delle scadenze delle obbligazioni contrattuali della compagnia di assicurazione.

I tassi d'interesse richiesti dal mercato sugli strumenti di debito sono influenzati dalle variabili rischio e scadenza. Il rischio si ramifica in due sottorischio: il rischio di insolvenza ed il rischio di liquidità¹⁴.

Il *rischio di insolvenza* riguarda la possibilità che l'emittente delle obbligazioni non sia in grado di effettuare i pagamenti degli interessi nei tempi pattuiti; le obbligazioni emesse dal Ministero del Tesoro sono generalmente considerate prive di rischio di insolvenza, perché il governo può sempre aumentare le tasse per finanziare i propri impegni, i titoli di questo tipo vengono chiamati *obbligazioni esenti da rischio di insolvenza (default-free bond)*.

La differenza tra i tassi di rendimento sulle obbligazioni con rischio di insolvenza esenti da tale rischio, denominata *premio per il rischio*, indica quanto interesse supplementare l'investitore richiede per essere disposto a detenere un'obbligazione rischiosa. Un'obbligazione con il rischio di insolvenza avrà sempre un premio per il rischio positivo; quanto più è elevato tale rischio, tanto maggiore sarà il premio per il rischio.

Un'altra caratteristica delle obbligazioni che influenza il tasso d'interesse richiesto dal mercato è la liquidità: un'attività liquida è quella che può essere convertita rapidamente ed in maniera economicamente conveniente in contanti qualora se ne presentasse la necessità.

Ceteris paribus, quanto più un'attività è liquida tanto più è desiderabile, di conseguenza aumenta la sua domanda, ed il suo prezzo. Comprendiamo quindi che la differenza tra tassi d'interesse su due

¹⁴ Mishkins, Eakins, Istituzioni e mercati finanziari, 3/ed.

tipi di obbligazione (corporate e del Tesoro), cioè il premio per il rischio, riflette non soltanto il rischio di insolvenza dell'obbligazione societaria ma anche la sua liquidità.

Giungiamo quindi alla variabile di nostro interesse: la scadenza. Altro fattore importante che influenza il tasso d'interesse richiesto per le obbligazioni; ceteris paribus infatti obbligazioni con diverse scadenze tendono ad avere tassi di rendimento differenti.

Una compagnia assicurativa al momento della valutazione delle riserve tecniche deve quindi tenere conto di una curva dei tassi rispetto a scadenze differenti, chiamata *curva dei rendimenti*.

La curva viene pubblicata quotidianamente dalla stampa finanziaria.

La teoria della struttura per scadenza dei tassi di interesse deve fondamentalmente spiegare la compresenza di tre caratteristiche: la tendenziale pendenza positiva della curva dei rendimenti; la relazione tra tassi a breve bassi ed inclinazione positiva e tassi a breve alti ed inclinazione negativa della curva; tassi di interesse di obbligazioni con scadenze diverse che tendono a muoversi insieme (Fig. 1.1: andamento dei tassi di interesse delle obbligazioni governative statunitensi con diverse scadenze).

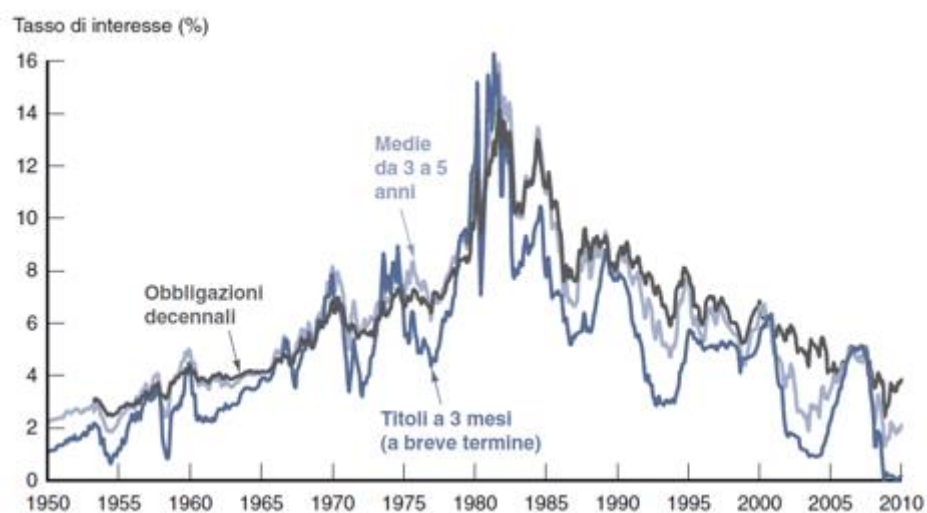


Grafico 3.1: andamento dei tassi di interesse delle obbligazioni governative statunitensi con diverse scadenze.

Per spiegare queste caratteristiche viene in aiuto la Teoria del premio della liquidità. La *Teoria del premio per la liquidità* parte da un'ipotesi chiave: le obbligazioni con scadenze diverse sono sostituiti, ma non sostituti perfetti. In sostanza questo assunto si discosta dalla Teoria delle aspettative, secondo la quale il rendimento atteso da un investitore che acquista obbligazioni con scadenze diverse è il medesimo. L'investitore che segue la suddetta teoria ed acquista un'obbligazione a 1 anno e, quando questa scade, ne compera un'altra a 1 anno, considera come bene sostituto l'acquisto di un'obbligazione a 2 anni che conserva fino a scadenza. La *Teoria del premio per la liquidità* sostiene invece che gli investitori hanno preferenza nell'acquisto di obbligazioni a più breve termine, perciò ad essi deve essere offerto un premio¹⁵ positivo per la liquidità che li induca a detenere le obbligazioni con scadenza più lunga. Detenere un'obbligazione con una scadenza maggiore significa infatti vedersi restituito il capitale prestato in un tempo maggiore e non poter impiegare quella liquidità nelle opportunità che il mercato offre; è pur vero che oggi il mercato finanziario è molto spesso e rivendere un'obbligazione può risultare un'operazione economicamente non onerosa, ma l'obiettivo della trattazione è fornire una spiegazione sulle relazioni tra tassi d'interesse e principi fondamentali degli operatori del mercato.

La *Teoria del premio per la liquidità* spiegherebbe quindi il fatto che le curve dei rendimenti sono tipicamente inclinate verso l'alto a causa dell'aumento del premio per la liquidità mano a mano che si allunga la scadenza dell'obbligazione. Inoltre considerando che la media dei tassi a breve futuri previsti incidono come determinante sui tassi a lungo termine viene anche spiegato il fatto che i tassi sulle obbligazioni con scadenze diverse si muovono insieme, quindi a differenza di quanto enuncia la *teoria della segmentazione del mercato*, l'andamento dei tassi d'interesse a lungo termine e quello dei tassi d'interesse a breve termine non sono indipendenti bensì in stretta connessione.

Nel grafico 1.2 viene evidenziata la relazione fra teoria del premio per la liquidità e teoria delle aspettative. Poiché il premio per la liquidità è sempre positivo e s'incrementa via via che aumenta la

¹⁵ Maggiorazione sul tasso d'interesse riconosciuto.

durata, la curva dei rendimenti prevista dalla teoria del premio per la liquidità è sempre sopra quella associata alla teoria delle aspettative ed ha un'inclinazione più ripida.

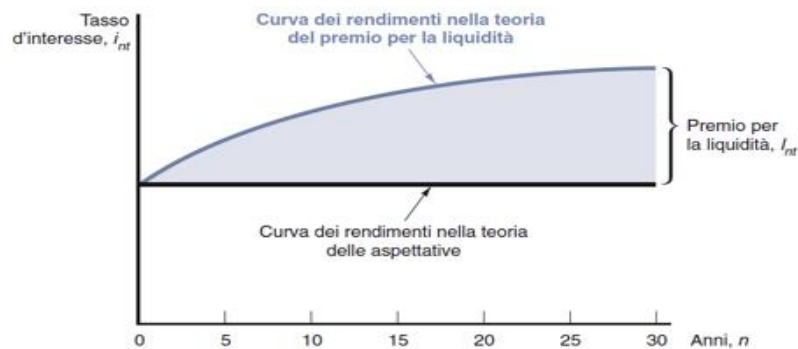


Grafico 3.2: Curva dei rendimenti nella teoria del premio di liquidità e delle aspettative

A seguito della tendenziale inclinazione positiva della curva dei rendimenti causata dal premio per la liquidità, possiamo dedurre il comportamento della curva in base alle aspettative sui futuri tassi di interesse a breve termine. Qualora sia previsto infatti un aumento dei tassi di interesse a breve termine, la curva avrà un'inclinazione molto ripida verso l'alto; per gli scenari in cui le aspettative danno un lieve ribasso o una sostanziale invarianza dei tassi a breve, la curva risulta rispettivamente piatta e con un leggero trend positivo; gli unici casi in cui si può notare un andamento negativo dei rendimenti a lungo termine sono quelli in cui le aspettative sui tassi a breve sono molto negative con una notevole diminuzione degli stessi.

3.5 L'Albero dei rischi e la determinazione dell'SCR

I metodi valutativi delle attività e passività di una compagnia assicurativa sono solo il primo passo verso la composizione del requisito di capitale prudenziale richiesto da *Solvency II*, il cammino stabilito dalla direttiva prevede innanzitutto il censimento di tutti i rischi aziendali, non solo quelli derivanti dal core business assicurativo. Terminato il censimento dei rischi e delle situazioni estreme che comportano uno “stress” per la compagnia, ciascun rischio deve essere ponderato con un peso, fornito dalle esperienze passate e da una componente di variabilità in base alla distribuzione di probabilità dell'evento rischioso. In termini finanziari il concetto di variabilità è principalmente associato alla volatilità, una misura della variazione percentuale del prezzo di uno strumento finanziario, ossia la sua dispersione attorno ad un valore medio. In linea di principio un aumento della volatilità riflette un mercato più nervoso e meno prevedibile che solitamente si accompagna ad una flessione dei prezzi.

Nell'analisi per determinare il *Solvency capital requirement*, il concetto di volatilità verrà collegato a diversi indicatori quantitativi del rischio, per poter determinare l'impatto di questi ultimi sul bilancio della compagnia e determinare se la stessa necessita di un ulteriore apporto di capitale proprio. Con riguardo al rischio di mercato insito nell'investimento degli attivi a copertura degli impegni futuri, c'è un fattore, soprattutto nella gestione di polizze del ramo vita, che attenua l'entità delle possibili variazioni di prezzo: la lunga durata temporale dei contratti.

Se misurati in un arco temporale lungo infatti, i trend positivi di lungo periodo che caratterizzano i prezzi degli strumenti compensano i “frenetici” picchi negativi, inoltre la diversificazione degli investimenti compiuta dalle compagnie è impostata nell'ottica di ridurre al minimo l'impatto di discese improvvise dei prezzi.

3.5.1 I moduli dell'albero dei rischi

Il censimento dei rischi richiesto dalla direttiva europea 138 del 2009 prende forma dalla struttura della formula standard, che prevede che il requisito patrimoniale di solvibilità (Solvency capital requirement) sia pari alla somma dei seguenti elementi (art. 103):

- il requisito patrimoniale di solvibilità di base;
- il requisito patrimoniale per il rischio operativo;
- l'aggiustamento per la capacità di assorbimento di perdite delle riserve tecniche e delle imposte differite.

Da questa primaria suddivisione prende vita l'*albero dei rischi*, che ha nei rami principali le categorie di rischio che devono fronteggiare imprese di assicurazione e riassicurazione, i cosiddetti *moduli di rischio*.

Il Solvency capital requirement (SCR) è calcolato in modo “da garantire che siano presi in considerazione tutti i rischi quantificabili cui è esposta un'impresa di assicurazione o di riassicurazione. Esso copre l'attività esistente nonché le nuove attività che si prevede vengano iscritte nel corso dei dodici mesi successivi. Per quanto riguarda l'attività esistente, esso copre esclusivamente le perdite inattese.” (Art. 101). Il primo pilastro della direttiva sviluppa il sistema dell'*albero dei rischi*, L'SCR corrisponde al valore a rischio (value at risk) dei fondi propri di base dell'impresa su un periodo di un anno e copre i seguenti rischi:

- Il rischio di sottoscrizione per l'assicurazione non vita;
- Il rischio di sottoscrizione per l'assicurazione vita;
- Il rischio di sottoscrizione per l'assicurazione malattia;
- Il rischio di mercato;
- Il rischio di credito;
- Il rischio operativo.

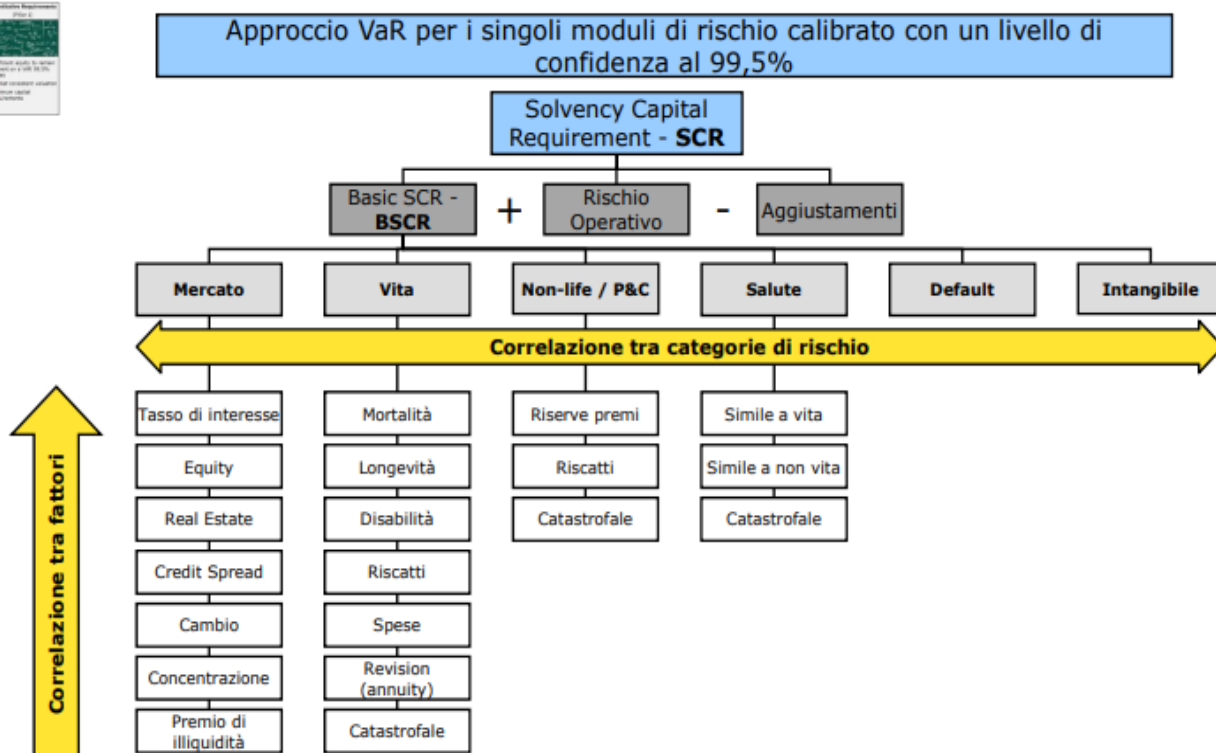


Grafico 3.2: L'albero dei rischi previsto da Solvency II per il calcolo della Formula standard.¹⁶

Ad ogni *modulo di rischio* viene associata l'entità del Solvency capital requirement necessaria per fronteggiare eventuali perdite dovute a stress correlati a quel particolare evento rischioso.

Perdite che corrispondono al valore a rischio, ossia perdite potenziali generate da un evento rischioso con un certo livello di confidenza, quello previsto dalla direttiva è pari al 99,5%.

Il rischio di sottoscrizione

Il *rischio di sottoscrizione* può tramutarsi in un'inadeguatezza dei premi calcolati al momento della sottoscrizione della polizza. *Solvency II* dispone che le compagnie prevedano inaspettate variazioni delle variabili demografiche, In particolare nei rami vita è ponderato il pericolo di un incremento permanente e istantaneo dei tassi di mortalità (15%) utilizzati per i calcoli delle riserve tecniche, viene

¹⁶ www.ordineattuari.it

valutato anche il rischio opposto, quello della longevità, ossia il pericolo che il tasso di mortalità subisca una forte diminuzione istantanea. A seconda che si sottoscriva una polizza per coprire il rischio di morte o di sopravvivenza ad una certa età, la variazione repentina dei tassi registrati nelle tavole demografiche può causare uno shock sulle riserve che possono risultare incapienti.

Il modulo del rischio di sottoscrizione per le assicurazioni non vita e vita riflettono proprio il rischio derivante dalla sottoscrizione delle suddette assicurazioni, tenuto conto dei pericoli coperti e delle procedure utilizzate nell'esercizio dell'attività. Tale modulo riflette anche il rischio di sottoscrizione per l'assicurazione malattia qualora questa sia "praticata su una base tecnica simile a quella dell'assicurazione vita [...]" (art. 105,4). I moduli relativi al rischio di sottoscrizione per le assicurazioni non vita è calcolato come combinazione di due sottomoduli che riguardano il rischio di variazione del valore delle relative passività assicurative riguardanti sinistrosità e gravità degli eventi assicurati ed il rischio derivante dall'incertezza nella fissazione dei premi e delle riserve tecniche in rapporto ad eventi estremi o eccezionali (es. catastrofe). L'incertezza relativa alle assicurazioni del ramo vita riguarda invece sottomoduli inerenti a variazioni sfavorevoli dei tassi di sopravvivenza, mortalità, invalidità; variazione delle spese sostenute per i contratti, dei tassi di revisione delle rendite, dovute a variazioni del quadro giuridico o dello stato di salute della persona assicurata (art. 105,3). Per quanto concerne i sottomoduli del rischio di sottoscrizione delle assicurazioni malattia, che sono un ibrido tra le vita e non vita condividendo con le prime la pluriennalità e con le seconde lo scopo di ristoro derivante da un evento dannoso, essi riguardano variazioni sfavorevoli delle spese di contratto ed oscillazioni circa la frequenza, la gravità degli eventi assicurati e l'importo delle liquidazioni; oltre a considerare il rischio di fissazione dei premi e delle riserve in rapporto al verificarsi di eventuali epidemie.

Il rischio di mercato

I rischi finanziari derivano come già detto dall'investimento degli attivi nel mercato finanziario a copertura delle riserve tecniche, ciò comporta la dipendenza dei conti dell'impresa dalle variazioni di prezzi a cui sono soggetti gli strumenti finanziari. la direttiva però prevede alcune eccezioni.

Per esempio alcune classi di investimento, come vedremo, prevedono un'analisi degli effetti che sono in grado di produrre a bilancio con un incremento o riduzione in aliquota percentuale del loro valore; ciò non è previsto però per i depositi bancari qualora l'intero ammontare di essi sia coperto da un sistema di garanzia dei depositi. La nuova disciplina rende esente da rischi finanziari anche l'emissione di debito di alcune istituzioni internazionali di sicura affidabilità tra cui la Banca centrale europea (Bce), le banche centrali dei paesi dell'area Euro e le banche multilaterali di sviluppo, stessa esenzione vale per i titoli di stato.

Nella redazione dell'albero dei rischi i regolatori hanno analizzato ogni componente di costo per ponderarne lo specifico rischio, per esempio i rischi assicurativi dell'attività sono presenti nei tanti moduli e sotto-moduli delle istruzioni di vigilanza.

il rischio di mercato “riflette il rischio derivante dal livello o dalla volatilità dei prezzi di mercato degli strumenti finanziari che hanno un impatto sul valore delle attività e delle passività dell'impresa. Esso riflette adeguatamente il disallineamento strutturale tra attività e passività, in particolare rispetto alla loro durata.” (art. 105,5). I sottomoduli riguardano la sensibilità delle attività, delle passività e degli strumenti finanziari della compagnia a variazioni di indicatori del mercato finanziario, monetario ed immobiliare, in sostanza i luoghi ideali dai quali le compagnie possono attingere risorse e nei quali possono investire i premi:

- Il *rischio di tasso di interesse* per esempio riguarda variazioni nella struttura per scadenza dei tassi d'interesse, i quali possono modificare la stima del debito presunto nei confronti degli assicurati per via di una modifica dei futuri tassi di attualizzazione degli importi delle prestazioni; inoltre la volatilità dei tassi d'interesse può impattarsi sul valore di mercato delle obbligazioni detenute in portafoglio dalla compagnia, sappiamo infatti dalla teoria economica che un aumento del tasso d'interesse riconosciuto sulle obbligazioni di nuova emissione riduce il prezzo di quelle emesse precedentemente.

- Il sottomodulo del *rischio azionario* viene invece utilizzato per stimare l'importo dell'SCR necessario per la copertura di oscillazioni o volatilità dei prezzi di mercato degli strumenti di capitale, anch'essi compresi nelle possibili attività della compagnia;
- Il bilancio dell'impresa può essere sensibile inoltre a variazioni dei prezzi di mercato dei beni immobili (sottomodulo del *rischio immobiliare*);
- Il *rischio di spread* riguarda invece la volatilità degli spread di credito rispetto alla struttura per scadenza dei tassi d'interesse privi di rischio;
- Il *rischio valutario* riflette le variazioni del livello o della volatilità dei tassi di cambio delle valute;
- I rischi aggiuntivi per l'impresa di assicurazione o di riassicurazione derivanti o dalla mancanza di diversificazione del portafoglio delle attività o da grandi esposizioni al rischio di inadempimento da parte di un unico emittente di titoli o di un gruppo di emittenti collegati vengono compresi nel *rischio di concentrazione*.

Il rischio di inadempimento (o credito) ed il rischio operativo

Il modulo del rischio di inadempimento della controparte “riflette le possibili perdite dovute all'inadempimento imprevisto o al deterioramento del merito di credito delle controparti e dei debitori delle imprese di assicurazione e di riassicurazione nel corso dei successivi dodici mesi. Il modulo del rischio di inadempimento della controparte copre i contratti di attenuazione del rischio, quali gli accordi di riassicurazione, le cartolarizzazioni e i derivati, nonché i crediti nei confronti di intermediari e qualsiasi altra esposizione non coperta nel sottomodulo del rischio di spread.” (art. 105,6). L'articolo della direttiva fa riferimento al rischio di credito che l'impresa fronteggia per attività non negoziate sui mercati finanziari, in cui la controparte ha un rating ed il modulo tiene conto delle garanzie che la compagnia detiene in riferimento al credito.

Il modulo del *rischio operativo* riguarda il rischio di perdite dovute all'inadeguatezza o alla disfunzione di procedure interne, risorse umane o sistemi, oppure da eventi esogeni (art. 101,4, *Solvency II*). Questo rischio comprende la residualità che non è stata toccata dagli altri moduli della formula standard ed è inerente a malfunzionamenti ed inefficienze della struttura organizzativa aziendale.

Correlazione tra i moduli di rischio e scelta dei parametri

In conclusione del calcolo del requisito di capitale prudenziale che deve detenere una compagnia, l'importo complessivo dell'SCR deriva dalla somma dell'SCR di base, del modulo del *rischio operativo*, al netto degli aggiustamenti che riflettono la capacità di assorbimento di perdite delle riserve tecniche e delle imposte differite.

In formula l'SCR viene calcolato mediante la seguente equazione:

$$SCR = BSCR + Adj + SCR_{op}$$

Dove "BSCR" (Basic Solvency Capital Requirement) indica l'SCR di base, "Adj" gli aggiustamenti ed "SCR_{op}" si riferisce al modulo del *rischio operativo*. Il BSCR, anche detto "Basic SCR" si ottiene mediante l'aggregazione dei sei moduli corrispondenti ai macrorischi del primo pilastro della direttiva ma il suo importo non corrisponde alla somma algebrica degli SCR relativi a i sei moduli di rischio. Nel calcolo dell'SCR di base la compagnia deve infatti tenere conto dell'indice di correlazione tra i diversi macrorischi e si calcola come segue (allegato IV, direttiva 138/2009/CE):

$$SCR \text{ di base} = \sqrt{\sum Corr_{i,j}} \cdot SCR_i \cdot SCR_j$$

Dove SCR_i è il modulo di rischio i e SCR_j è il modulo di rischio j, e dove "i,j" sta a significare che la somma dei diversi termini dovrebbe coprire tutte le combinazioni possibili di i e j. Nel calcolo SCR_i ed SCR_j sono sostituiti dagli SCR dei seguenti moduli:

- non vita;
- vita;

- malattia;
- mercato;
- inadempimento (o credito).

Il fattore $Corr_{i,j}$ indica la voce di cui alla riga i e colonna j della seguente matrice di correlazione fissata dall'EIOPA:

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

Tabella 3.3: matrice di correlazione tra i moduli di rischio

L'SCR relativo al rischio legato alla attività immateriali è considerato incorrelato a tutti gli altri macrorischi, motivo per il quale nel calcolo dell'SCR di base non viene ponderato per il rispettivo indice di correlazione con ognuno dei moduli di rischio. Dunque la formula estesa per il calcolo dell'SCR di base è il seguente:

$$BSCR = \sqrt{\sum Corr_{i,j} \cdot SCR_i \cdot SCR_j + SCR_{intangibles}}$$

La matrice di correlazione viene inoltre utilizzata nella determinazione dell'importo dell'SCR relativo a ogni modulo di rischio, la suddetta riporta infatti gli indici di correlazione tra le coppie di sottomoduli presenti in ogni categoria di rischio. Come si può evincere quindi dalla tabella 3.1, la correlazione opera sia in senso orizzontale che in senso verticale, ciò dipende dal fatto che

l'esposizione da parte della compagnia a rischi diversificati come quelli presentati dai vari moduli produce un risultato positivo sulla sua esposizione complessiva. Le tavole (o matrici) di correlazione previste dalla nuova disciplina prudenziale di *Solvency II* prendono in considerazione le serie storiche disponibili miscelando tra loro i rischi diversi "così da ridurre in modo appropriato l'esposizione di un portafoglio complessivo e il corrispondente requisito di solvibilità"¹⁷.

In questo modo l'incentivo rappresentato da un ridotto requisito di capitale spinge gli assicuratori a ben comportarsi.

In matematica, le matrici di correlazione sono usate per aggregare deviazioni standard di distribuzioni di probabilità o variabili casuali. In questo caso le voci della matrice sono definite come coefficienti di correlazione lineare, cioè per due variabili casuali X e Y, e sarebbero calcolate con la seguente formula:

$$\rho = \frac{Cov(X, Y)}{\sqrt{Var(X)Var(Y)}}$$

I requisiti patrimoniali aggregati nella formula standard sono, da un punto di vista matematico, valori a rischio, ossia quantili della distribuzione di probabilità. L'utilizzo della matrice di correlazione non sarebbe inadatto qualora si trattasse di distribuzioni normali multivariate (famigli delle distribuzioni ellittiche), per le quali l'aggregazione con matrici di correlazione produrrebbe un corretto aggregato di quantili. Nel suddetto caso infatti il *valore a rischio* (VaR) si esprimerebbe come moltiplicatore esatto della deviazione standard. Per ovviare a tale dilemma l'Autorità di vigilanza ha effettuato una semplificazione considerando gli SCR come degli scarti quadratici medi.

Infatti solo per una ristretta classe di distribuzioni l'aggregazione con coefficienti di correlazione lineare produce il risultato corretto. Nella letteratura matematica è possibile trovare una serie di esempi in cui le correlazioni lineari di per sé non sono sufficienti a riflettere pienamente la dipendenza

¹⁷ SOLVENCY II, la nuova regolamentazione prudenziale del settore assicurativo: una guida semplificata, ivass.it, novembre 2016.

tra le distribuzioni e in cui l'uso di correlazioni lineari potrebbe portare a risultati di aggregazioni errati, quindi ad una sottovalutazione o una sovrastima dei requisiti patrimoniali a livello aggregato. Si potrebbero in questi casi non cogliere relazioni non lineari.

Le due principali ragioni infatti che possono essere riscontrate nel problema dell'aggregazione sono:

- La dipendenza non lineare tra le distribuzioni; ci sono per esempio dipendenze della coda.
- La forma della distribuzione marginale è significativamente differente dalla distribuzione normale; per esempio le distribuzioni di probabilità sono caratterizzate da asimmetria.

Le due caratteristiche sopraelencate sono comuni a molti dei rischi ai quali è esposta una compagnia.

La dipendenza dalla coda esiste sia nei rischi di sottoscrizione (ad esempio eventi catastrofici) sia nei rischi di mercato e di credito. Mentre per quanto riguarda l'associazione alla seconda caratteristica, è noto che le distribuzioni di probabilità dei rischi rilevanti di una compagnia di assicurazione e riassicurazione non abbiamo la forma di una normale, solitamente sono distribuzioni asimmetriche che vengono troncata dalla riassicurazione o dalla copertura grazie a massimali e franchigie.

A causa di queste carenze rispetto ai rischi coperti dalla formula standard, la scelta dei fattori di correlazione dovrebbe cercare di evitare una stima errata del rischio aggregato. In particolare le correlazioni lineari in molti casi non sono una scelta appropriata per il parametro di correlazione.

I parametri di correlazione dovrebbero invece essere scelti in modo da ottenere la migliore approssimazione del VaR del 99,5% per il requisito patrimoniale aggregato. In termini matematici, questo approccio può essere descritto come segue: per due rischi X e Y con $E(X) = E(Y) = 0$, il parametro di correlazione ρ dovrebbe minimizzare l'errore di aggregazione:

$$Var(X + Y)^2 - Var(Y)^2 - Var(X)^2 - 2\rho \cdot Var(X) \cdot Var(Y)$$

Questo approccio è basato sull'articolo 104 della direttiva, secondo il quale, al comma 3:

“I coefficienti di correlazione per l'aggregazione dei moduli di rischio di cui al paragrafo 1, nonché la calibrazione dei requisiti patrimoniali per ciascun modulo di rischio, determinano un requisito patrimoniale di solvibilità complessivo conforme ai principi di cui all'articolo 101”.

L'EIOPA riconosce che quest'obiettivo presenta degli ostacoli perché:

- nella maggior parte dei casi (eccetto il sotto-modulo del rischio premio e di riserva) la formula standard non stabilisce ipotesi esplicite sul tipo o la forma delle distribuzioni del rischio di X e Y , né la struttura di dipendenza tra X e Y . In questi casi la distribuzione del rischio aggregato $X + Y$ non sarà generalmente noto, pertanto il suo valore di rischio non può essere stimato o osservato direttamente;
- nei sotto-moduli dei rischi basati su scenari estremi, la formula standard descrive gli shock ai fattori di rischio sottostanti il sotto-rischio considerato, per esempio nel sotto-modulo di rischio del tasso d'interesse i driver di rischio sottostanti sarebbero il livello e la volatilità della struttura a termine dei tassi d'interesse privi di rischio. Le variabili di rischio X e Y , dalle quali poi dipende la variazione del livello di fondi propri della compagnia risultanti da una modifica del fattore di rischio sottostante, dipendono anche dalle caratteristiche di rischio dei singoli portafogli dell'assicuratore.

Quindi in questi casi la relazione tra il valore a rischio per il rischio aggregato $X + Y$ rispetto al valore a rischio per i rischi individuali X e Y sarebbe probabilmente diversa tra i diversi assicuratori e

- Quando vengono aggregati più di due rischi, la minimizzazione dell'errore di aggregazione deve andare oltre la considerazione della sola singola coppia di rischi.

Mentre se si fa riferimento a rischi che seguono una distribuzione normale multivariata, la minimizzazione dell'errore di aggregazione si può ottenere trattando i parametri di correlazione nella formula standard come correlazioni lineari. Laddove non sia possibile adottare l'ipotesi semplificatrice sopra descritta, dove quindi vi è dipendenza della coda tra i rischi o dove la forma delle distribuzioni del rischio marginale è significativamente diversa dalla distribuzione normale,

l'uso di correlazioni lineari potrebbe non essere adeguato per lo scopo di ridurre al minimo l'errore di aggregazione. Il motivo di tale difficoltà di adattamento della formula standard ad alcuni parametri di correlazione per l'aggregazione dei rischi (quindi per il calcolo dell'SCR complessivo) delle compagnie di assicurazione e riassicurazione è dato del fatto che l'Autorità di vigilanza fornisce un metro di riferimento e qualora le compagnie reputassero più corretto adottare ed implementare propri modelli interni, *Solvency II* fornisce loro questa possibilità.

3.6 Modelli diversi per il calcolo dell'SCR

la direttiva *Solvency II* permette alle compagnie di assicurazione e riassicurazioni di utilizzare modelli interni nel calcolo del requisito patrimoniale di solvibilità, sia in maniera completa che in maniera parziale. I motivi per i quali una compagnia decide di implementare un proprio modello per il calcolo dell'SCR si può ricercare sia, come detto precedentemente, nella necessità di adottare parametri di correlazione dell'aggregazione dei rischi più consoni, sia nella sua dimensione e volume d'affari. Per queste considerazioni *Solvency II* consente distinte modalità di determinazione del requisito di solvibilità per tenere conto della differente complessità della struttura aziendale. Pertanto una compagnia può adattare il modello da utilizzare al proprio specifico profilo di rischio. Il cosiddetto *modello interno* può essere utilizzato per tutte le attività comprese all'interno del perimetro aziendale oppure soltanto in parte per coprire alcuni moduli di rischio o settori di attività dell'impresa. Secondo l'Art. 112 della direttiva: "Le imprese di assicurazione e riassicurazione possono utilizzare modelli interni parziali per il calcolo di uno o più elementi seguenti: a) uno o più moduli di rischio, o sottomoduli, del requisito patrimoniale di solvibilità di base¹⁸ [...], b) il requisito patrimoniale per il rischio operativo [...], c) l'aggiustamento di cui all'articolo 108."

Il modello interno non è solo una modalità alternativa per calcolare l'SCR, esso deve soddisfare dei requisiti richiesti dalla normativa, con l'attivo coinvolgimento del consiglio di amministrazione.

¹⁸ "Solvency capital requirement" di base, anche detto Basic SCR.

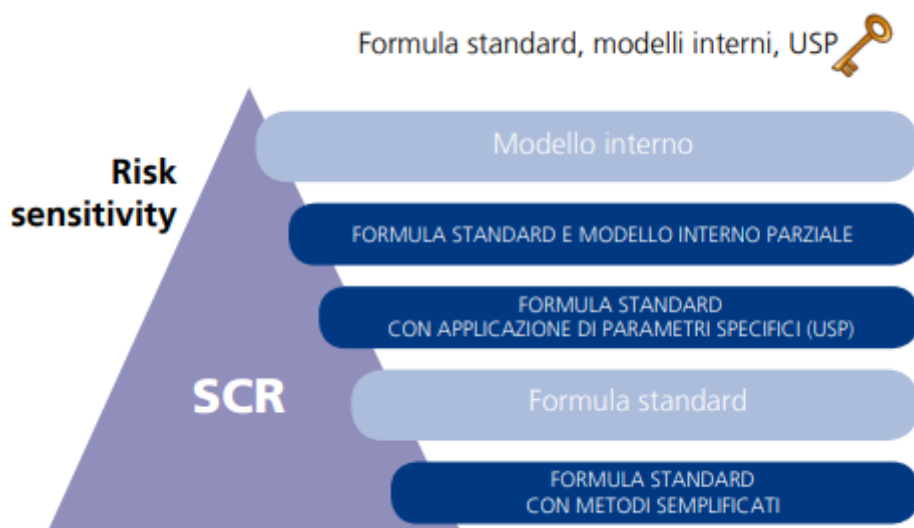


Tabella 3.4: i diversi modelli utilizzabili per calcolare l'SCR

“Le autorità di vigilanza approvano la domanda solo se sono convinte che i sistemi di identificazione, misurazione, monitoraggio, gestione e segnalazione dei rischi dell’impresa di assicurazione o di riassicurazione sono adeguati ed in particolare che il modello interno soddisfa i requisiti di cui al paragrafo 3”¹⁹. I requisiti menzionati dall’articolo della direttiva *Solvency II* si riferiscono a determinati standard che il modello interno deve possedere per essere approvato, per esempio le relative distribuzioni di probabilità previste dal modello devono essere basate su tecniche attuariali e statistiche adeguate e coerenti con quelle utilizzate per calcolare le riserve tecniche. Le compagnie che adottano i modelli interni devono inoltre aggiornare le serie di dati utilizzate per il calcolo delle distribuzioni di probabilità ad esso sottese, quest’ultime devono basarsi su “informazioni attuali e credibili e su ipotesi realistiche” (art. 121). Sta all’Autorità di vigilanza giudicare il sistema utilizzato dalle compagnie per misurare gli effetti di diversificazione sul calcolo dell’SCR.

Utilizzando il modello interno per il proprio profilo di rischio, le compagnie possono derivare il requisito patrimoniale di solvibilità direttamente dalla distribuzione di probabilità prevista prodotta dallo stesso; l’Autorità di vigilanza però si riserva la possibilità di imporre alle imprese di applicare

¹⁹ Articolo 112, comma 5, direttiva 138/2009/CE.

il loro modello interno a “portafogli di riferimento rilevanti, utilizzando ipotesi basate su dati esterni anziché interni, per verificare la calibrazione del modello interno e per controllare che le sue specifiche siano in linea con la prassi di mercato generalmente accettata” (art. 122).

Come accennato in precedenza, esiste altresì quella che possiamo definire una “terza via” per il calcolo del requisito patrimoniale, nello sforzo infatti di adattare gli obblighi regolamentari alla specifica realtà di un’impresa assicurativa, Solvency II ha previsto una soluzione intermedia per il calcolo del requisito di solvibilità. Le compagnie che non intendono adottare integralmente un modello interno, possono ugualmente adattare la formula standard alle proprie caratteristiche di business. In particolare possono utilizzare, nel calcolo dei moduli di rischi per l’assicurazione vita, per l’assicurazione danni e l’assicurazione malattie propri parametri specifici (USP, Undertaking specific parameters) calibrati per tener conto dei dati relativi al proprio portafoglio di rischi. Anche in questo caso le imprese devono ottenere una specifica autorizzazione da parte dell’Autorità di vigilanza nazionale.

3.6.1 I fondi propri a copertura dei requisiti patrimoniali richiesti da Solvency II

I fondi propri rappresentano l’eccedenza delle attività (o investimenti) rispetto alle passività (o debiti) che possiede una compagnia, indipendentemente dal fatto che essi siano elementi a bilancio o fuori bilancio. I fondi propri sono costituiti dalla somma di due componenti: i fondi propri di base ed i fondi propri accessori.

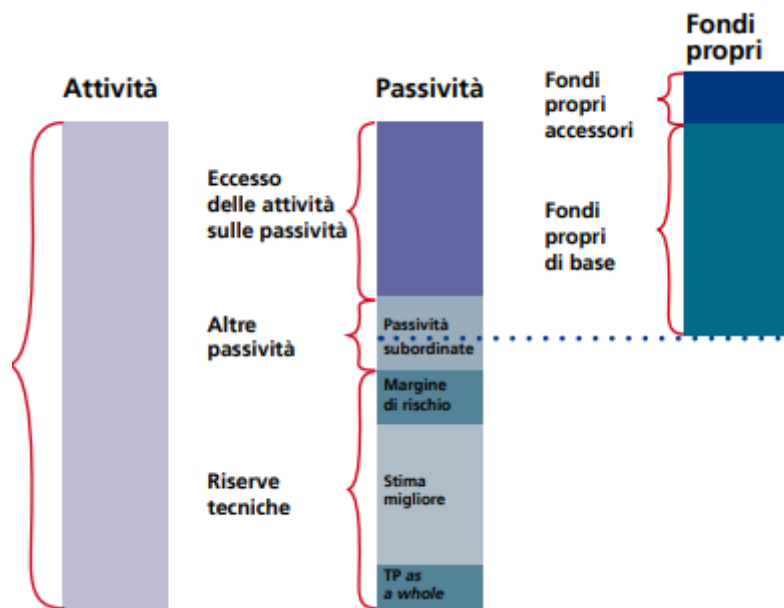


Tabella 3.5: Stato patrimoniale di una compagnia secondo Solvency II²⁰

- I *fondi propri di base* sono costituiti dalla somma tra l'eccedenza delle attività rispetto alle passività (al netto dell'importo delle azioni proprie detenute dalla compagnia) e le passività subordinate²¹;
- i *fondi propri accessori* sono invece costituiti da elementi diversi dai fondi propri di base che possono essere richiamati per assorbire le perdite, tali elementi possono essere:
 - il capitale sociale non versato che non sia ancora stato richiamato;
 - le lettere di credito e le garanzie;
 - qualsiasi altro impegno giuridicamente vincolante ricevuto dalle imprese di assicurazione e riassicurazione.

Nel momento in cui un elemento dei fondi propri accessori viene versato o richiamato, esso è trattato come un'attività e cessa di far parte dei fondi propri accessori.

Ovviamente i fondi propri accessori vengono ritenuti ammissibili ed approvati dall'Autorità di vigilanza e, "l'importo assegnato a ciascun elemento dei fondi propri accessori riflette la capacità di

²⁰ Guida Solvency II, ivass.it

²¹ Sono passività il cui rimborso ai creditori, in caso di particolari difficoltà finanziarie dell'emittente, dipendono dalla soddisfazione degli altri creditori non subordinati (o subordinati di livello inferiore).

assorbimento di perdite dell'elemento in questione e si basa su ipotesi prudenti e realistiche" (art. 90, Solvency II). L'Autorità di vigilanza deve infatti valutare la condizione di solvibilità delle controparti interessate negli elementi dei fondi e la loro recuperabilità tenendo conto di qualsiasi evento che possa minare il pagamento o il richiamo dell'elemento stesso.

I *fondi propri di base* ed i *fondi propri accessori* sono classificati in livelli, dall'1 al 3 (denominati anche "tier"), ossia da quelli di qualità più elevata a decrescere, in base alla loro capacità di assorbire perdite nel tempo. Le variabili che influenzano la classificazione nei diversi livelli degli elementi presenti nei fondi sono:

- *disponibilità permanente*: l'elemento può essere richiamato su richiesta per assorbire interamente le perdite, nonché in caso di liquidazione;
- *subordinazione*: l'importo totale dell'elemento è disponibile per assorbire le perdite ed il rimborso dell'elemento al possessore avviene solo dopo che sono state onorate tutte le altre obbligazioni, comprese quelle di assicurazione e riassicurazione nei confronti di contraenti e beneficiari;

dette caratteristiche possedute dall'elemento vengono poi ponderate per la durata (o scadenza) dell'elemento stesso, inoltre quando l'elemento dei fondi ha una scadenza viene considerata la sua durata relativa rispetto alla durata delle obbligazioni della compagnia.

Vengono inoltre considerate le caratteristiche di:

- *assenza di incentivi a rimborsare l'elemento*;
- *assenza di costi obbligatori di servizio relativi all'elemento*;
- *assenza di gravami sull'elemento*.

Gli elementi dei *fondi propri di base* che possiedono tutte le caratteristiche appena elencate fanno parte del primo livello, mentre quelli che non garantiscono una *disponibilità permanente* scendono al livello 2. Sono classificati al medesimo livello gli elementi dei *fondi propri accessori* che possiedono ogni caratteristica elencata, mentre tutti i fondi propri, sia di base che accessori, che non rientrano nelle fattispecie presentate vengono classificati nel livello 3.

In base all'articolo 82 del Regolamento delegato UE 35/2015, l'importo degli elementi dei fondi di livello 1 deve essere pari almeno al 50% dell'SCR mentre quello relativo agli elementi dei fondi di livello 3 ha una quota massima del 15% dell'SCR, la combinazione di elementi di livello 2 e 3 non può in ogni caso superare la soglia del 50%. Lo stesso articolo dispone che la copertura del Requisito Patrimoniale Minimo (o MCR) deve essere composta almeno all'80% da elementi di livello 1 ed al massimo al 20% da elementi di livello 2. Come precedentemente detto le compagnie non possono coprire il suddetto requisito con elementi dell'ultimo livello.

A seguito della ripartizione dei fondi propri in base ai relativi livelli, la compagnia deve assicurarsi che essi siano sufficienti a rispettare i requisiti quantitativi previsti dalla direttiva, ossia la loro capacità di coprire rispettivamente l'SCR e l'MCR (Minimum Capital Requirement o Requisito Patrimoniale Minimo). Quest'ultimo si differenzia dall'SCR, la cui determinazione richiede calcoli complessi e rigorose procedure di validazione per il cui aggiornamento il legislatore ha stabilito una cadenza annuale, perché rappresenta la base minima di capitale prudenziale. L'MCR è quel presidio minimo di capitale senza il quale un'impresa assicurativa non può continuare ad operare, il suo importo corrisponde ad una percentuale dei fondi propri dell'impresa in relazione ad alcune grandezze (premi netti e riserve assicurative) calibrati per tener conto della loro rischiosità, in modo da adattare il precedente sistema di vigilanza al nuovo contesto di *Solvency II*.

L'MCR deve essere compreso tra il 25 ed il 45% dell'SCR e la normativa ne fissa anche un livello assoluto minimo: 2,5 milioni per le imprese di assicurazione danni (per quelle che coprono anche il rischio di responsabilità civile si arriva ai 3,7), 3,7 milioni di euro per le imprese del ramo vita e 3,6 per le riassicurazioni. La copertura dell'MCR deve essere operata esclusivamente da elementi individuati dall'Autorità di vigilanza nei fondi propri di base detenuti dalla compagnia.

Con la previsione di due livelli soglia, l'Autorità di vigilanza può segmentare la tipologia di interventi a seguito del mancato raggiungimento mediante i fondi propri delle due tipologie di requisiti minimi. Se per esempio non viene rispettato il livello del Minimum Capital Requirement l'impresa deve presentare all'Autorità di vigilanza (in Italia l'Ivass) un piano di finanziamento a breve termine

“fondato su basi realistiche per riportare, entro tre mesi da tale rilevazione, i fondi propri di base ammissibili almeno al livello del Requisito Patrimoniale Minimo o per ridurre il profilo di rischio al fine di garantire l’osservanza del Requisito Patrimoniale Minimo.” (art. 222 Cda). Qualora non venga rispettato l’SCR (o Requisito Patrimoniale di Solvibilità) o vi sia il rischio che non sia rispettato nei successivi tre mesi, l’impresa deve informare l’Ivass, il quale può richiedere un piano di risanamento e deve imporre l’adozione, entro sei mesi o, quanto meno, entro tre mesi, dei provvedimenti necessari per ristabilire l’osservanza dell’SCR. In presenza di situazioni eccezionalmente avverse come il crollo dei mercati finanziari, tassi d’interesse bassi o eventi catastrofici tali da avere ripercussioni, riconosciute dell’EIOPA, sulle imprese di assicurazione e riassicurazione che rappresentano una quota significativa del mercato, il termine per ripristinare il livello dell’SCR può essere stabilito per un periodo massimo di sette anni. Tale termine straordinario non è un diritto dell’impresa bensì una facoltà dell’Ivass, la quale Autorità si riserva la possibilità di valutare caso per caso.

4. CALCOLO DEL SOLVENCY CAPITAL REQUIREMENT PER IL MODULO DEL RISCHIO DI MERCATO MEDIANTE MODELLO INTERNO E FORMULA STANDARD

La centralità assunta dal rischio a seguito del recepimento della direttiva *Solvency II* ha obbligato le compagnie di assicurazione e riassicurazione a introdurre un sistema di gestione dei rischi in grado di rilevare la totalità dei rischi a cui la compagnia è esposta nella sua attività di assunzione degli stessi. Tale affermazione può sembrare tautologica ma in realtà si prefigura come una spiegazione perfettamente centrata dell'attività ordinaria di un'impresa di assicurazione.

Richiamando per esempio la Formula standard trattata nel precedente capitolo è facile notare come non tutti i moduli di rischio previsti per il calcolo dell'SCR di base siano inerenti all'attività di assunzione del rischio in quanto tale, per esempio a fianco dei moduli di sottoscrizione di assicurazioni di malattia, vita e danni, è possibile vedere insinuato il modulo del rischio di mercato.

Tale modulo è strettamente correlato all'attività di investimento delle risorse raccolte con i premi, ed ha l'obiettivo di misurare il valore a rischio delle attività dell'impresa per via delle variabili presenti nei mercati finanziari. Negli "stress test" previsti dalla produzione normativa inerente la direttiva *Solvency II* vengono stimate le possibilità di assorbimento di fondi propri della compagnia, generate dalle attività stesse. Le ipotesi generate da questi scenari rappresentano un'importante svolta nelle disposizioni previste dai regolatori, i quali in questo modo "accettano" l'idea che la solvibilità possa essere minacciata non solo dalle variabili biometriche e condizioni che influenzano gli importi degli impegni assunti nei confronti degli assicurati, ma anche e soprattutto (specie nei recenti periodi di crisi finanziaria) dai rischi ai quali viene esposta la massa di premi raccolti una volta che viene investita nel mercato.

Il "cuscinetto di solvibilità" delle compagnie non può più essere esclusivamente guidato da una stima maggiormente attendibile delle riserve tecniche o passività assicurative, come previsto da *Solvency I*.

La grande intuizione introdotta dalla nuova direttiva UE è l'aver considerato anche le attività del

bilancio variabili tali da influenzare e mettere a repentaglio la solvibilità delle realtà assicurative. Sulla scorta di tale pensiero innovativo la direttiva ha messo in luce anche il rischio derivante dall'inefficienza dell'organizzazione e delle procedure aziendali, il *rischio operativo*.

4.1 Scenario della simulazione

Per cogliere al meglio la portata e la complessità di analisi delle norme introdotte dalla direttiva *Solvency II* in merito al *Solvency Capital Requirement*, la presente trattazione vuole proporre dei modelli statistici per stimare l'andamento delle variabili sottostanti ai rischi cui è esposta una compagnia. I calcoli dei dati che verranno fuori dall'applicazione dei suddetti modelli saranno utilizzati per stabilire l'importo attendibile di fondi propri che dovrebbe detenere una compagnia per assorbire le perdite derivanti da variazioni dei fattori di rischio.

Come detto precedentemente, è possibile utilizzare una miscellanea tra parametri standard proposti dalla normativa e modelli costruiti dagli analisti interni alle compagnie, i quali hanno il pregio di descrivere con maggiore adeguatezza il profilo di rischio delle stesse. Nei precedenti capitoli sono stati presentati i limiti della Formula standard, in particolare quello di non riuscire nella maggior parte dei casi a stimare con sufficiente attendibilità gli indici di correlazione tra rischi per via dell'approssimazione lineare delle distribuzioni di probabilità marginale degli stessi.

Per simulare un calcolo del requisito di solvibilità imposto dalla direttiva *Solvency II* si ipotizzerà che la compagnia assicurativa oggetto dell'analisi detiene un singolo portafoglio di polizze *Unit linked* (che verranno approfondite nei paragrafi successivi) che determinano un certo livello di esposizione al rischio. Per cogliere al meglio il profilo del rischio di mercato correlato al suddetto portafoglio, l'SCR relativo al suddetto modulo verrà calcolato mediante l'utilizzo di una distribuzione di valori dei titoli nei quali vengono investite le quote del fondo, la quale verrà generata da molteplici simulazioni in modo da catturare nella maniera migliore possibile la relazione esistente tra le variabili di rischio in oggetto ed i flussi monetari del portafoglio di polizze. I flussi monetari netti possono

essere considerati per semplicità come i fondi propri della compagnia, ossia l'eccedenza tra le entrate e le uscite monetarie future generate dal portafoglio e valutate secondo i principi internazionali, quindi attualizzate in $t = 0$ ad un tasso d'interesse privo di rischio, da che possono essere stimati in maniera attendibile con i parametri degli atti delegati alla direttiva (tassi di mortalità e riscatti). Per i restanti

L'idea di adottare un modello interno per il calcolo del requisito di solvibilità di alcuni sotto-moduli di rischio nasce dalla presenza di problemi di stima nell'utilizzo della formula standard qualora la distribuzione dei rischi presenti nel profilo di una compagnia non si adattino secondo una distribuzione congiunta normale, generando sovrastime o sottostime nel calcolo del quantile corrispondente al 99,5% del VaR per via di una plausibile asimmetria della distribuzione e difforme pesantezza delle code di essa.

4.2 Portafoglio costituito da Polizze Unit linked con copertura del rischio finanziario

Il portafoglio che verrà analizzato dalla seguente trattazione è, per semplicità, interamente costituito da Polizze Unit Linked, le quali rientrano nel ramo vita e vengono definite polizze ad “alto contenuto finanziario”. Le Unit linked da alcuni anni sono al centro delle sentenze dei Tribunali italiani, i quali sono stati chiamati ad esprimersi sulla validità o meno di questi contratti come “contratti assicurativi”.

L'ultima pronuncia del Tribunale di Bergamo ha stravolto quanto stabilito dalla Corte di Cassazione nella sentenza 6319/2019, la quale aveva stabilito che la condizione necessaria affinché un contratto potesse essere qualificato come assicurazione era che prevedesse “il trasferimento del rischio dall'assicurato all'assicuratore”. Il Tribunale lombardo con la sentenza 2426/2019 si è invece uniformato alla normativa e disciplina comunitaria affermando che “per ricondurre un determinato contratto alla nozione di contratto di assicurazione, è sufficiente che sia previsto il pagamento di un premio da parte dell'assicurato e, in cambio di tale pagamento, la fornitura di una prestazione da parte dell'assicuratore in caso di decesso dell'assicurato o del verificarsi di un altro evento di cui al

contratto in discorso”, “discostandosi così dal criterio della ripartizione del rischio quale criterio per l’identificazione della natura del contratto”²².

Le *Unit linked* vengono così denominate perché le prestazioni erogate ai sottoscrittori di questi contratti assicurativi sono collegate ai valori di mercato dei fondi sottostanti nei quali vengono investiti i premi raccolti. Il rischio finanziario a cui sono esposte queste polizze può essere, totalmente o in parte, a carico dell’assicurato; oppure le condizioni contrattuali possono prevedere il riconoscimento di un tasso minimo di rendimento garantito a scadenza. Quest’ultime vengono chiamate *Unit Linked* “garantite” ed il rischio finanziario dato dalle oscillazioni negative dei valori di mercato dei titoli sono totalmente a carico dell’assicuratore.

4.2.1 Le Unit Linked oggi

Gli scenari finanziari degli ultimi anni, soprattutto la crisi dei mutui sub-prime americani del 2007 e quella dei debiti sovrani degli anni ’10, hanno portato ad un drastico calo dei tassi d’interesse dei mercati finanziari e hanno spinto le compagnie a produrre nuove polizze a contenuto finanziario in cui il rischio a carico delle stesse fosse man mano più contenuto. Per questo motivo nel mercato assicurativo attuale è molto difficile rinvenire prodotti con rischi finanziari a carico degli assicuratori; è ovvio però che gli impegni presi negli anni passati dagli stessi nella sottoscrizione di polizze con rendimento minimo garantito generano ancora oggi flussi di cassa che possono mettere a repentaglio la solvibilità delle compagnie.

Quest’ultime sono infatti nella delicata posizione in cui devono investire parte degli attivi in titoli più redditizi, per via della riduzione dei tassi d’interesse privi di rischio; ma allo stesso tempo, andando a ricercare combinazioni di rischio-rendimento più elevate, si espongono maggiormente a scenari di crisi di solvibilità e possibili insolvenze.

²² Polizze Unit linked, la disciplina europea prevale sulle pronunce della Corte di Cassazione: confermato il doppio binario, *Il Sole 24 ore*, Alessandro Pappalardo.

4.3 Prestazioni previste dalla polizza scelta

La copertura del rischio finanziario di una *Unit linked* fa sì che vi sia una prestazione minima garantita dall'assicuratore, se quindi il fondo di riferimento a scadenza contrattuale ha un valore più basso del minimo garantito, la prestazione che verrà erogata sarà pari all'ammontare dei premi annuali versati e rivalutati ad un tasso garantito composto. Per ipotesi si prevede che il contratto garantisce anche una copertura per una *Caso morte* in t mediante l'accantonamento di una quota di premio annuale investito nel fondo, per la quale è previsto un importo minimo garantito allo stesso tasso di rendimento sui premi versati previsto per la prestazione a scadenza. Qualora l'assicurato voglia esercitare l'opzione del riscatto, può farlo a partire dalla scadenza del primo anno successivo alla stipula del contratto. La prestazione erogata sarà pari al controvalore delle quote del fondo in quel momento, per essa non è prevista una rivalutazione al tasso minimo garantito sulle somme versate e viene applicata una penale calcolata come percentuale del controvalore, importo che viene trattenuto dalla compagnia. Le percentuali applicate decrescono col passare degli anni di contratto: al primo anno in cui scatta il diritto di riscatto viene decurtata una percentuale del 10% sul controvalore, per poi calare di un punto percentuale per ogni anno successivo fino a terminare nel decimo anniversario della polizza. In questo modo si prefigurano tre tipologie di prestazioni all'assicurato:

- Prestazione caso vita a scadenza;
- Prestazione caso morte;
- Prestazione per opzione di riscatto.

Ovviamente la sottoscrizione di polizze genera dei costi, i quali appartengono a diverse categorie: vi sono i costi di acquisizione del contratto generati dagli oneri di registrazione; i costi di provvigione per remunerare la rete distributiva delle agenzie; ed i costi di gestione del contratto, per i quali

l'assicuratore si vede riconosciuto un compenso calcolato come percentuale del rendimento conseguito, in questo caso, dal fondo nel quale vengono investiti i premi raccolti.

Ai fini della simulazione di questa tesi verranno considerate le spese di gestione, le quali essendo applicate su dei montanti (in questo caso sul valore del fondo alla fine di ogni anno) generano sostanziosi compensi per la compagnia. Le spese di acquisizione invece vengono solitamente caricate sul premio mediante un'aliquota che viene trattenuta dalla compagnia non venendo investita nel fondo; discorso diverso verrà praticato per quelle amministrative, che vengono decurtate dalle prestazioni mediante un'aliquota di retrocessione sul valore del tasso di rendimento.

Lo scopo delle successive stime sarà infatti osservare la sensibilità delle passività assicurative alle possibili variazioni del principale fattore di rischio: il rendimento dei titoli del fondo. Ai fini di questa tesi infatti, variabili come il tasso d'interesse privo di rischio, le probabilità di morte e di sopravvivenza degli assicurati, il numero di polizze su cui viene esercitato il riscatto, vengono utilizzate per rendere le ipotesi sui flussi monetari del portafoglio più aderenti alla realtà assicurativa. Le variabili sopra citate generano infatti variazioni molto inferiori sulle passività rispetto a quelle dei rendimenti del mercato finanziario, sia per le condizioni contrattuali della polizza, che per l'entità delle possibili oscillazioni nell'importo delle suddette.

Si ipotizza che i premi raccolti dal portafoglio di Unit linked "garantite" vengano investiti in un fondo della compagnia nel quale si pratica un mix di titoli secondo le seguenti percentuali: 70% di obbligazioni e 30% di azioni²³.

Per avvicinare il più possibile la simulazione ad uno scenario attuale, come detto precedentemente infatti questo tipo di polizza non è più facilmente rinvenibile nel mercato, si ipotizza un unico portafoglio di assicurati che hanno sottoscritto la polizza antecedentemente rispetto al tempo $t = 0$ da cui parte la stima delle passività future aleatorie dei prossimi 15 anni, tempo di differimento che manca alla scadenza del fondo e di tutte le Unit linked garantite presenti nel portafoglio.

²³ Per i dati relativi al rendimento annuale del fondo interno sono stati presi i risultati del fondo "Alleata bilanciata" di Alleanza Assicurazioni S.p.a., il quale prevede un asset mix pressoché uguale a quello ipotizzato.

4.3.1 Dati utilizzati per il calcolo delle possibili prestazioni agli assicurati

Il primo passo per valutare i flussi attesi dal portafoglio è quello di costruire una tabella delle potenziali prestazioni da erogare per una singola polizza, dove:

- i è il tasso minimo garantito, il cui valore è pari al 1,5%;
- s sono le spese di acquisizione del contratto decurtate dal premio annuale, pari allo 0,02%;
- α rappresenta l'aliquota di retrocessione che la compagnia si garantisce decurtandola dal tasso di rendimento del fondo, pari al 3% dello stesso;
- P è il premio annuo anticipato, pari a 12.000 €, di cui:
 - l'80% per la copertura della prestazione a scadenza, la quota di premio destinata ad essa sarà pari a $P \cdot l$, dove $l = 0,80$;
 - il restante 20% per la copertura della Caso morte, la quota di premio destinata ad essa sarà pari a $P \cdot d$, dove $d = 0,20$;
- F_0 è il valore iniziale del fondo²⁴, pari a :
 - 32.500 € per la copertura delle prestazioni a scadenza ed i riscatti;
 - 17.500 € per la quota dei premi annuali versata a copertura della Caso morte.

Di conseguenza la prestazione da erogare agli assicurati se $t: 0 \leq t < 15$, sarà una prestazione caso morte o per riscatto (in quest'ultimo caso deve valere la condizione $t \geq 1$), mentre se $t = 15$, l'importo da indennizzare sarà pari alla prestazione P a scadenza. L'importo di cui beneficerà l'assicurato in caso di morte risulta quindi pari a:

$$P_t = \max\{F_t; G_t\}$$

²⁴ Valore ipotetico derivato dall'assunzione del precedente paragrafo, si considera una polizza la cui copertura è scattata negli anni precedenti in cui le Unit linked garantite erano sul mercato.

Ipotizzando che le spese di acquisizione vengono dedotte dal premio annuo anticipato, il cui pagamento inizia in $t = 0$; il valore iniziale dei fondi è di 32.500 € e 17.500 € rispettivamente per l'accumulo della prestazione a scadenza (ed i riscatti) e per la copertura caso morte; il tasso minimo garantito è pari all'1,5%; il valore della prestazione per ogni epoca è:

- per l'accumulazione dell'importo a scadenza:

$$G_{t+1-} = F_0 \cdot (1 + i)^t + \sum_{t=0}^{14} [P \cdot (l - s)] \cdot (1 + i)^t$$

- per la copertura della Caso morte:

$$G_{t+1-(m)} = F_{0(m)} \cdot (1 + i)^t + \sum_{t=0}^{14} [P \cdot (d - s)] \cdot (1 + i)^t$$

Quindi la tabella che descrive l'importo delle prestazioni è la seguente:

t	P	$r_{t,t+1}$	F_t	$F_{t(m)}$	G_{t+1-}	$G_{t+1-(m)}$	P_m	P_w
0	12000	2,00%	32500	17500	40880	22001	21892	
1	12000	2,50%	41655	19677	50173	24211	24150	39719
2	12000	3,20%	50975	21943	59632	26511	26534	47610
3	12000	3,74%	60672	24368	69475	28972	29072	55972
4	12000	4,24%	70768	26942	79722	31584	31770	64861
5	12000	4,74%	81340	29681	90453	34365	34650	74371
6	12000	5,24%	92498	32615	101778	37343	37742	84608
7	12000	4,49%	104361	35775	113819	40550	40838	94900
8	12000	3,68%	115634	38719	125262	43539	43677	104752
9	12000	3,39%	126062	41375	135845	46234	46316	114378
10	12000	4,04%	136167	43921	146102	48819	49059	124664
11	12000	3,52%	147258	46779	157360	51719	51844	129591
12	12000	2,90%	157650	49410	167907	54390	54358	138277
13	12000	2,24%	167059	51734	177457	56749	56533	146120
14	12000	1,61%	175292	53699	185814	58743	58339	153025
15			182299	55296				

Tabella 4.1: Andamento dell'importo delle prestazioni da erogare

Le notazioni riportate in tabella descrivono:

t – l'epoca, la polizza inizia a produrre effetti in $t = 0$ fino a $t = 15$

P – il premio annuo costante

$r_{t,t+1}$ – il rendimento del fondo durante l'anno t

F_t – il valore del fondo all'epoca t

$F_{t(m)}$ – il valore del fondo per la copertura caso morte all'epoca t

G_{t+1} - la prestazione garantita alla fine dell'anno t

$G_{t+1-(m)}$ – la prestazione garantita alla fine dell'anno t per la caso morte

P_m – la prestazione effettiva nel caso di morte dell'assicurato tra le epoche t e $t+1$ ²⁵

P_w – la prestazione effettiva per il riscatto esercitato tra le epoche t e $t+1$ ²⁶

4.3.2 Ipotesi utilizzate per il calcolo attuariale delle prestazioni da erogare a livello di portafoglio

Per calcolare le entrate e le uscite monetarie del portafoglio descritto, sono stati utilizzati i seguenti dati:

- età di ingresso di 50 anni;
- per calcolare il numero di assicurati rimasti in vita ad ogni età $50+t$ sono state utilizzate delle tavole di mortalità per la popolazione italiana fornite dall'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT);
- come detto precedentemente, la copertura vale per i successivi 15 anni;
- la percentuale di riscatto da parte degli assicurati è del 5%;
- il numero di assicurati per i quali il contratto è ancora in essere è convenzionalmente di $N = 1000$.

²⁵ Si ipotizza che l'evento "morte" avvenga durante l'anno e che vi sia una distribuzione uniforme dei decessi secondo l'ipotesi di Balducci", pertanto il valore medio della prestazione è calcolato sul valore del fondo all'epoca t , capitalizzato per metà anno.

²⁶ Si ipotizza l'uniformità durante l'anno anche dell'evento "riscatto".

Di seguito la tavola che riporta l'andamento delle polizze assicurative presenti nel portafoglio:

$x+t$	l_{x+t}	d_{x+t}	q_{x+t}	N_{lx+t+1}	N_{wx+t}	N_{dx+t}
50	97481	192	0,20%	948	50	2
51	97289	210	0,22%	899	47	2
52	97079	231	0,24%	852	45	2
53	96848	252	0,26%	807	43	3
54	96597	275	0,28%	764	40	3
55	96322	298	0,31%	724	38	3
56	96024	330	0,34%	685	36	3
57	95694	361	0,38%	648	34	4
58	95333	404	0,42%	613	32	4
59	94930	442	0,47%	579	31	5
60	94487	481	0,51%	547	29	5
61	94006	527	0,56%	517	27	6
62	93479	573	0,61%	488	26	6
63	92906	620	0,67%	460	24	7
64	92286	678	0,73%	434 ²⁷	23	7
65						

Tabella 4.2: Valori delle variabili demografiche del portafoglio

²⁷ È il numero di polizze per le quali deve essere erogata la prestazione prevista a scadenza.

Dove:

Notazione	Descrizione	Formula
$x+t$	Età degli individui per ogni epoca t	Tavola ISTAT
l_{x+t}	Sopravvivenuti per ogni epoca t	Tavola ISTAT
d_{x+t}	Decessi tra le epoche $x+t$ ed $x+t+1$	Tavola ISTAT
q_{x+t}	Tasso di mortalità per ogni età $x+t$	$\frac{d_{x+t}}{l_{x+t}}$
N_{lx+t+1}	Numero di sopravvivenuti in portafoglio	$N \cdot (1 - q_{x+t} - w)^{28}$
N_{wx+t}	Numero dei riscatti in portafoglio	$N \cdot w$
N_{dx+t}	Numero di decessi in portafoglio	$N \cdot q_{x+t}$

Tabella 4.2.1: Ipotesi attuariali

4.4 Flussi monetari del portafoglio e utile attuale medio

A questo punto per completare l'analisi dei flussi a livello di portafoglio, si costruisce una tabella nella quale vengono riportate le entrate e le uscite monetarie ad ogni epoca in base ai valori attuariali utilizzati ed alle condizioni contrattuali ipotizzate. Si potrà così calcolare il valore attuale medio del profitto generato dal portafoglio, che, come detto nei precedenti paragrafi, può essere assimilato al valore attuale dei fondi propri detenuti dalla compagnia. Successivamente quindi verrà implementata una simulazione sulle possibili traiettorie che può tracciare tale valore, in base alle variazioni dei principali fattori di rischio cui è esposta la compagnia.

²⁸ $N=1000$ è stato ipotizzato all'inizio del paragrafo; stesso discorso per $w=0,05$.

Avendo già riportato l'andamento demografico delle polizze presenti nel portafoglio nella Tabella 4.2.1, non resta che calcolare gli importi medi delle prestazioni da erogare e riportarli finanziariamente all'epoca $t = 0$, ciò significa attualizzarne i flussi monetari in senso demografico e finanziario.

Di seguito viene proposta la relativa tabella:

(Valori espressi in migliaia di Euro)

t	v	Premi_t	Prest_{(d)t}	Prest_{(w)t}	Prest_m	Presta_[t,15]	Prest_m[t,15]
0	1,00	12.000	43	-	-	2.312	76.607
1	0,98	11.376	52	1.882	-	2.303	77.756
2	0,96	10.782	63	2.139	-	2.251	78.923
3	0,94	10.218	75	2.383	-	2.189	80.107
4	0,92	9.680	90	2.616	-	2.117	81.308
5	0,91	9.169	107	2.841	-	2.032	82.528
6	0,89	8.682	129	3.060	-	1.934	83.766
7	0,87	8.218	154	3.249	-	1.817	85.022
8	0,85	7.776	185	3.394	-	1.681	86.298
9	0,84	7.354	215	3.505	-	1.520	87.592

10	0,82	6.952	249	3.611	-	1.337	88.906
11	0,80	6.569	290	3.547	-	1.129	90.240
12	0,79	6.204	333	3.574	-	892	91.593
13	0,77	5.856	377	3.565	-	625	92.967
14	0,76	5.524	428	3.522	-	329	94.362
					95.777		95.777

Tabella 4.3: Andamento dei flussi monetari del portafoglio

Prest_w[t,15]	Premi[t,15]	V_t	Utile[t,t+1]	Utile₀
36.574	108.456	7.038	380	372
37.122	97.902	19.280	742	713
35.249	86.582	29.841	1.265	1.192
33.162	76.062	39.396	1.810	1.672
30.883	66.289	48.020	2.389	2.164
28.429	57.211	55.779	3.009	2.672

25.817	48.782	62.735	3.659	3.186
23.059	40.957	68.941	3.388	2.892
20.187	33.695	74.471	2.961	2.478
17.247	26.958	79.402	2.878	2.361
14.270	20.712	83.802	3.589	2.886
11.263	14.923	87.709	3.251	2.563
8.367	9.560	91.293	2.771	2.142
5.506	4.594	94.505	2.204	1.670
2.709	-	97.401	1.625	1.207
		95.777		
		Utile attuale medio	30.176	

Tabella 4.3: Andamento dei flussi monetari del portafoglio

Dove:

Notazione	Descrizione	Formula
v	Coefficiente di attualizzazione	$\frac{1}{(1+i)^t}$
Premi_t	Totale premi raccolti in t	$N_{lx+t} \cdot P$
Prest_{d(tot)}	Totale prestazioni caso morte in t	$N_{dx+t} \cdot \max\{ \}$
Prest_{w(tot)}	Totale prestazioni per riscatto in t	$N_{wx+t} \cdot P$
Prest_m	Prestazione a scadenza	$F_m \cdot N_{65}$
Prest_{d[t,15]}	Prestazioni caso morte fino a scadenza valutate in t	$\max\{F_{15}; G_{15}\} \cdot N_{l15}$
Prest_{m[t,15]}	Prestazione a scadenza valutata in t	$Prest_m \cdot v^{15-t}$
Prest_{w[t,15]}	Prestazioni per riscatto fino a scadenza valutate in t	$\sum_{t=0}^{14} Prest_{w(tot)} \cdot v^{14-t}$
Premi[t,15]	Premi versati fino alla scadenza valutati in t	$\sum_{t=0}^{14} Premi_t \cdot v^{14-t}$
V_t	Riserva prospettiva in t	$F_0 \cdot N + Prest_m[t, 15]$ $+ Prest_d[t, 15]$ $+ Prest_w[t, 15]$ $- Premi[t, 15]$

Utile[t,t+1]	Utile medio annuale conseguito nell'epoca che va da t a t+1	$(V_t + Premi_t) \cdot r_t$ $- (Prest_{(a)t})$ $+ Prest_{(w)t}$ $+ Prest_m)$ $\cdot (\sqrt{(1 + r_t)}$ $- 1)$
Utile₀	Utile medio annuale valutato in t=0	$\sum_{t=0}^{14} Utile[t, t + 1] \cdot v^{t+1}$

Dalla Tabella 4.4 si può quindi stimare il valore attuale dell'utile medio generato dal portafoglio, il quale viene calcolato come la somma degli utili medi annuali attualizzati in senso finanziario all'epoca 0, ad un tasso di interesse pari al tasso minimo garantito dalla polizza:

Ora che si possiede il valore attuale medio dei flussi monetari netti del portafoglio, si implementerà una simulazione nella quale le variabili del rendimento r dei titoli del fondo. Per il calcolo di questa verrà utilizzato un modello interno, possibilità prevista dalla direttiva *Solvency II*, nel quale viene utilizzata la legge del Moto Browniano geometrico. Ad esso verranno applicati livelli di stress percentuale casuali che ne varieranno l'andamento; si ritiene quindi che tali ipotesi generino scenari attendibili in quanto si darà luogo a più simulazioni. Per i valori del rendimento dei titoli si è voluto adottare tale modello in quanto la volatilità presente nei mercati finanziari non può essere facilmente colta dai parametri della direttiva, inoltre non sempre essi si adattano bene al profilo di rischio della compagnia di assicurazione e/o riassicurazione.

4.5 Simulazione dell'andamento dei fattori di rischio

La simulazione che verrà implementata nei paragrafi successivi riguarda l'andamento delle quote del fondo nel quale vengono investiti i premi raccolti, ipotizzando che il valore del portafoglio, attualizzato demograficamente e finanziariamente, generi un utile che rappresenta sostanzialmente l'importo dei fondi propri a disposizione della compagnia in $t=0$. La differenza tra le attività e le passività del portafoglio valutate a valori di mercato, forniscono il "cuscinetto" per il rischio di insolvenza, in questo caso determinato dai rischi del singolo portafoglio.

Simulando le possibili variazioni della quota del fondo, essa genererà rendimenti variabili ad ogni epoca t , i quali impatteranno sull'importo delle prestazioni da erogare agli assicurati, in quanto una parte del rischio finanziario, secondo le condizioni contrattuali presentate nei paragrafi precedenti, rimane a carico dell'assicuratore. La variabilità dei rendimenti delle quote dà luogo a variazioni nell'andamento dei flussi monetari del portafoglio, incrementando o decrementando l'utile totale atteso dell'esercizio assicurativo, ciò ovviamente perché aumenta o diminuisce il risultato conseguibile dall'investimento dei premi, inoltre variano le prestazioni alle quali gli assicurati hanno diritto. In questo modo i fondi propri della compagnia, rappresentati come precedentemente detto dall'utile atteso attualizzato in $t=0$, sono soggetti a fluttuazioni che generano potenziali perdite, minacciando le capacità di solvibilità dell'impresa, in questo caso riferite per semplicità al singolo portafoglio di polizze. La potenziale perdita di fondi propri si riconnette proprio al concetto dell'SCR già presentato nei precedenti paragrafi, il quale rappresenta, data una distribuzione attesa delle probabilità di variazione del patrimonio²⁹, la perdita attesa di fondi propri nell'arco di un anno corrispondente all'importo della variazione patrimoniale sotteso allo 0,5-esimo percentile della distribuzione stessa.

²⁹ Colto dal concetto dei "Fondi propri", ossia eccedenza tra attività e passività, rappresenta l'utile attuale medio del portafoglio di polizze analizzato, vera e propria stima della variazione di attività e passività, quest'ultime rappresentate dagli impegni nei confronti degli assicurati.

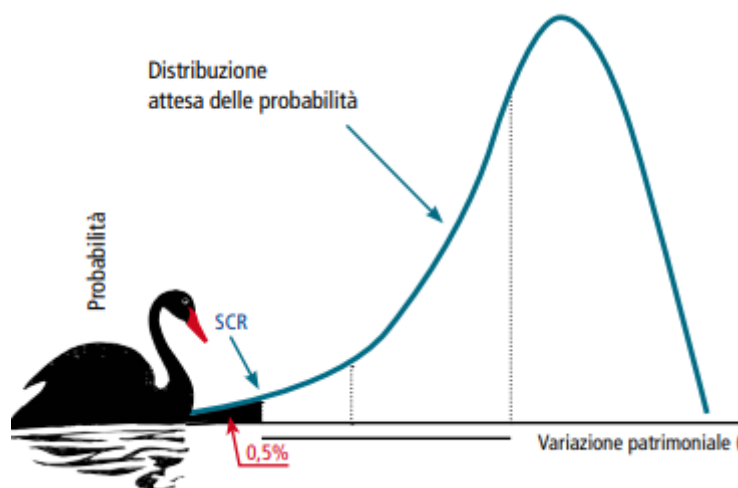


Grafico 4.5: La distribuzione attesa delle probabilità di variazione patrimoniale³⁰.

4.5.1 Variazione delle quote del fondo secondo un Moto Browniano geometrico

Il rendimento dei titoli rappresentati dalle quote del fondo è stato simulato utilizzando un Moto Browniano geometrico. Tale moto è un processo stocastico ed è utilizzato per modellare i fenomeni che avvengono all'interno dei mercati finanziari³¹. Per descrivere l'andamento dei prezzi, tale moto assume che un titolo si muova secondo una componente deterministica ed una componente volatile. La componente deterministica segue una traiettoria condizionata dal tasso atteso di rendimento istantaneo, denominato *drift* percentuale istantaneo; mentre la componente volatile dipende dalla volatilità percentuale istantanea del titolo, resa mediante la deviazione standard del suo prezzo. La stocasticità dell'intero processo si concretizza all'interno della componente volatile, o di deriva, dove viene inserito un processo, chiamato *Processo di Wiener* che fa sì che i parametri appena descritti generino una variazione assoluta attesa del prezzo del titolo che dipende non solo dal tempo. L'equazione differenziale stocastica che descrive un processo che segue un Moto Browniano geometrico è la seguente:

³⁰ Il grafico riporta la variazione patrimoniale come variabile descritta, ma è immediato comprendere che la perdita patrimoniale si possa facilmente ricavare ipotizzando un valore iniziale costante dell'importo dei fondi propri patrimoniali.

³¹ *Opzioni, futures e altri derivati*, Hull, Barone, Pearson, 2018

$$dS_t = \mu S_t dt + \sigma S_t dW_t$$

Dove:

- μ rappresenta il drift percentuale istantaneo;
- σ rappresenta la volatilità percentuale istantanea;
- t l'istante in cui si osserva l'andamento del prezzo del titolo;
- S_t il prezzo del titolo osservato all'istante t
- W_t è il processo di Wiener, il quale restituisce valori secondo una distribuzione normale standard con media 1 e varianza 0.

L'equazione differenziale possiede una soluzione analitica che lega il prezzo del titolo al tempo t con lo stesso valore osservato all'istante $t=0$:

$$S_t = S_0 \left\{ \left(\mu - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) + \sigma (W_t - W_0) \right\} \quad (4.5)$$

4.6 Applicazione della simulazione

Con riferimento alle disposizioni della direttiva *Solvency II* ed a quanto descritto nel paragrafo 3.6: si ipotizza che la compagnia decida di applicare un Modello interno parziale per la stima delle proprie variazioni patrimoniali e, di conseguenza, per calcolare il requisito di solvibilità (SCR) relativo al modulo del rischio finanziario.

Utilizzando la legge del moto Browniano geometrico descritta al paragrafo 4.5, all'interno di un foglio di calcolo Excel vengono generate 500 traiettorie del prezzo del titolo relativo alla quota del fondo che danno luogo ad altrettante 500 traiettorie dei rendimenti annuali del fondo (denominati r_t). Per implementare tale calcolo, ad ogni simulazione si sostituisce al valore del drift percentuale

istantaneo μ un valore compreso nell'intervallo discreto $[-100\%; +100\%]$, che rappresenta lo shock istantaneo percentuale che può caratterizzare il titolo all'interno del mercato finanziario.

Gli shock immessi nella formula generano per ogni simulazione i rendimenti annuali del fondo, detti rendimenti concorrono a generare la variazione degli utili attuali medi in quanto, come descritto precedentemente, suscitano variazioni nel rendimento dei premi investiti e nell'importo delle prestazioni da erogare agli assicurati.

Di seguito un grafico che riporta i 500 valori determinati dalla simulazione:

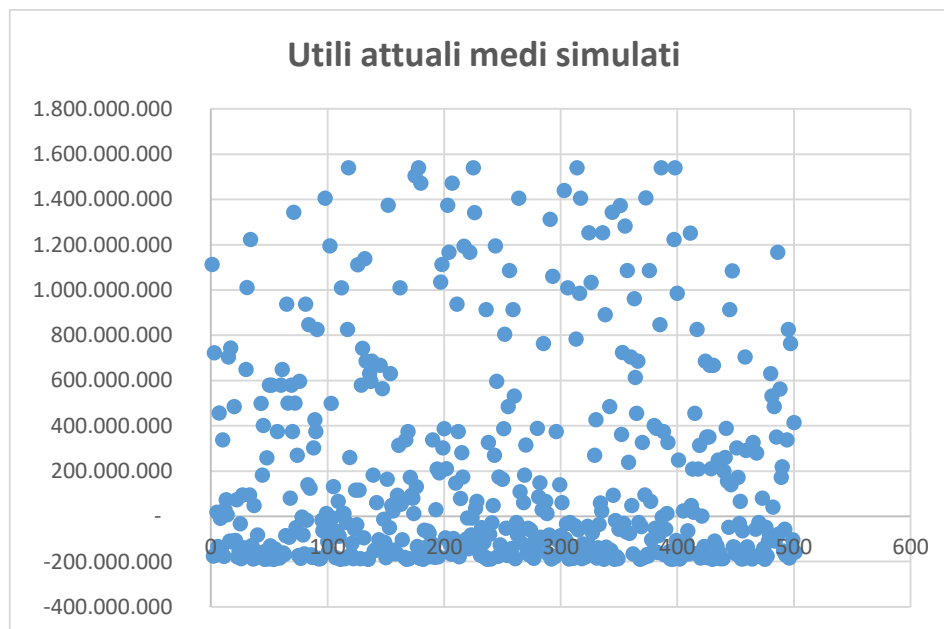


Grafico 4.6: 500 simulazioni dei valori dell'utile attuale medio in $t=1$ al variare degli shock applicati.

4.6.1 Calcolo analitico dell'SCR per il modulo del rischio di mercato

Dato che l'SCR va calcolato sulla potenziale perdita di fondi propri con riferimento ad un arco temporale di un anno, nella variazione patrimoniale, ossia l'utile attuale medio, calcolata con riferimento all'anno $t=1$, devono essere incorporate tutte le stime e previsioni implementate dalla compagnia assicurativa, con le relative valutazioni attualizzate in senso demografico e finanziario.

La variazione dei fondi propri prevista per il primo anno con un livello di confidenza del 99,5%³², e dalla quale viene successivamente stabilito il relativo SCR, si configura come la differenza tra il valore attualizzato in $t=0$ degli utili medi del portafoglio nell'arco dei suoi 15 anni di vita contrattuale (dato da ipotesi iniziali di mercato della compagnia) e l'utile dato dalla distribuzione di probabilità derivante dai 500 valori simulati con il Moto Browniano, attualizzato nell'anno successivo $t=1$.

Partendo quindi dalla distribuzione dei 500 valori simulati dell'utile medio attualizzato al tempo $t=1$ mediante la legge Browniana si può costruire la funzione che descrive la perdita potenziale della compagnia ad un anno dalla valutazione del requisito di solvibilità.

Assumendo che i fondi propri detenuti dalla compagnia corrispondano al valore dell'utile generato dal portafoglio di polizze in $t=0$, la funzione che descrive la distribuzione delle possibili perdite con riferimento ad un arco temporale di un anno, è la seguente:

$$L = OF_0 - \frac{OF_1}{1+i}$$

Dove:

- OF_0 rappresentano il valore dei fondi propri al tempo $t=0$, ossia l'utile attuale medio calcolato nella Tabella 4.2;
- OF_1 che è la variabile esogena della funzione e rappresenta il valore dei fondi propri valutati in $t=1$, valori che sono oggetto della simulazione implementata;
- $\frac{1}{1+i}$ è il valore del coefficiente di attualizzazione del valore dei fondi propri ad un anno, in modo da attualizzare tale valore alla data di valutazione del requisito di solvibilità.

³² Definizione stessa del Solvency Capital Requirement.

Il passo successivo nella strada per il calcolo analitico dell'SCR è la costruzione della funzione di densità della variabile “perdita”, trovando così il valore corrispondente al quantile richiesto dalla direttiva *Solvency II*. L'SCR, o “Requisito patrimoniale di solvibilità”, corrisponde infatti al “valore a rischio dei fondi propri di base dell'impresa di assicurazione o di riassicurazione soggetto ad un livello di confidenza del 99,5% su un periodo di un anno”³³. Di conseguenza il valore dell'SCR richiesto può essere definito come l' α -quantile della funzione L , con α pari a 99,5%, tale per cui:

$$SCR = \operatorname{argmin}_x \left\{ P \left(OF_0 - \frac{OF_1}{1+i} > x \right) \leq 1-\alpha \right\}$$

Il valore di x che soddisfa l'equazione è rinvenibile quindi nella funzione di densità della variabile “perdita”, costruita partendo dai valori ottenuti sostituendo ad OF_0 il valore dell'utile attuale medio riportato nella Tabella 4.2, pari a 30.176.146 €, e ad OF_1 i 500 valori simulati dal Moto Browniano geometrico relativi all'utile medio in $t=1$. Riportando così le statistiche descrittive dei 500 valori ottenuti dalla funzione è possibile stimare il valore all'interno della distribuzione che corrisponde al 99,5-esimo percentile. Tale valore sarà pari alla stima della perdita potenziale, o valore a rischio, con un livello di confidenza del 99,5%, ossia il valore dell'SCR richiesto dalla direttiva. L'intervallo di valori possiede le seguenti caratteristiche:

- Valore minimo: -1.510.571.890 €;
- Valore massimo: 219.747.660 €;
- Media: -154.318.321 €;
- Mediana: 57.759.386 €.

I valori riportati sopra spiegano bene la portata innovativa del requisito di solvibilità imposto dal recepimento della direttiva europea *Solvency II*, perché a dispetto del valore medio che prevede

³³ Art.101,3, Direttiva 138/2009/CE.

addirittura un potenziale incremento dell'utile e quindi dei fondi propri, il requisito impone di disporre di un ammontare di fondi correlato all'impatto di eventi estremi, tant'è che il valore dell'SCR previsto per il rischio di mercato generato dal portafoglio è pari a 209.705.845 €. Va detto che la simulazione implementata ha una portata riduttiva rispetto al numero di scenari che sarebbero richiesti per poter approssimare una distribuzione con una funzione di densità, Il limite al numero di simulazioni è imposto dalle capacità di memoria di un foglio Excel, è per questo che il 99,5-esimo percentile della distribuzione è stato calcolato dividendo i risultati per classi.

Il valore ottenuto come importo dell'SCR richiesto potrebbe apparire enorme ma, come detto precedentemente, rappresenta la vera svolta del mercato assicurativo, un mercato che nella solvibilità delle compagnie assume un ruolo di estrema tutela sociale, per questo motivo il regolatore ha richiesto dei metodi sempre più accurati per garantire la continuità aziendale delle compagnie.

In alternativa all'utilizzo di un Modello interno, per calcolare il modulo inerente al rischio finanziario, che nell'ipotesi di calcolo presentate nei precedenti paragrafi si concretizza nella volatilità del prezzo delle quote del fondo, la compagnia di assicurazione potrebbe decidere di adottare i parametri forniti dalla Formula standard. Il risultato dell'SCR ottenuto con tale metodo potrebbe essere poi confrontato con il medesimo valore ottenuto mediante l'applicazione del modello interno del paragrafo 4.5.

4.7 Applicazione della Formula standard

Con l'adozione della Formula standard nel caso oggetto di studio la compagnia può ritenere quale sia l'importo per il requisito di solvibilità più adatto al proprio profilo di rischio, o in alternativa quello che permette ad essa di mantenere liberi da vincoli un maggior numero di risorse monetarie da investire nel mercato per sostenere la propria redditività. Secondo gli Atti delegati della direttiva *Solvency II*, la formula per calcolare l'SCR relativo al rischio finanziario di mercato consiste nell'applicare uno shock istantaneo pari al -39% sul prezzo dei titoli³⁴, che nel caso presente in questa

³⁴ Art. 168.1, Regolamento Delegato UE, 2015.

trattazione verrà applicato sulla variazione del prezzo delle quote del fondo nel quale la compagnia investe i premi raccolti.

Riprendendo il foglio Excel nel quale è stata costruita la tabella 4.2, ai rendimenti conseguiti annualmente dal fondo viene sostituito l'importo dello shock istantaneo previsto dagli Atti delegati, ciò ovviamente genera un impatto negativo sul rendimento ottenuto dal fondo, al quale corrisponde una diminuzione dell'importo delle prestazioni da erogare. La differenza sostanziale però sta nel fatto che la compagnia garantisce un rendimento minimo per le prestazioni a scadenza e per quelle caso morte (impatto negativo che è leggermente compensato dalle prestazioni per riscatto che sono invece esposte totalmente al rischio di mercato), al di sotto del quale l'assicurato risulta coperto dal rischio finanziario, ciò produce inevitabilmente un impatto negativo sull'utile atteso calcolato ad un anno dalla sottoscrizione delle polizze in portafoglio. L'importo dell'utile calcolato attualizzandolo al tempo $t=1$ è pari a 22.048.674 €, tale valore è utile per il calcolo della perdita attesa di fondi propri in $t=0$, che viene ricavata riprendendo la formula della funzione "perdita" 4.5: il valore atteso della perdita di fondi propri risulta quindi uguale a:

$$L = 30.176.146 - 22.596.739 = 7.579.407$$

Il risultato di 7.579.407 € corrisponde quindi al valore dell'SCR richiesto calcolato secondo la Formula standard, un importo decisamente più esiguo rispetto a quanto stimato per lo stesso modulo di rischio calcolato secondo il Modello interno. Ciò ovviamente accade perché i parametri previsti dalla direttiva *Solvency II* e dalla sua produzione normativa secondaria rappresentano stime che incorporano dei margini di errore e possono non cogliere con accuratezza alcuni eventi estremi che determinano pesanti perdite per le imprese di assicurazione.

CONCLUSIONE

Quale che sia il modello di calcolo utilizzato dalla compagnia assicurativa, se una Formula standard o un Modello interno, può il modulo di rischio finanziario del portafoglio analizzato nella presente trattazione rappresenta una modellizzazione delle passività cui è esposta una compagnia di assicurazione, che possiede nel suo portafoglio diversi tipi di polizze e varie condizioni contrattuali. La complessità di un portafoglio reale può generare effetti di diversificazione in termini di investimento ma al tempo stesso essere esposta a fattori di rischio tali da alimentare eventi estremi che possono generare considerevoli perdite, è per questo che l'adozione di un modello interno o dell'utilizzo di una Formula standard vanno ponderati con il profilo di rischio specifico delle compagnie. La scelta operata da una compagnia sul modello da adottare per calcolare il proprio requisito di solvibilità alle condizioni previste da *Solvency II*, deve essere un connubio tra due principali esigenze, che poi sono il fulcro di ogni attività imprenditoriale: avere fondi sufficienti a garantire la solvibilità dell'impresa e la possibilità di investire gli stessi conseguendo una buona redditività. Se l'SCR dovesse risultare di importo elevato, quest'ultimo bloccherebbe risorse da investire in un mercato con un più alto valore della combinazione rischio-rendimento, generando un costo opportunità; al tempo stesso la compagnia deve essere però lungimirante nello "sfruttare" la nuova direttiva europea per fortificare la propria solvibilità e farsi trovare preparata ad eventuali shock delle variabili di rischio del proprio portafoglio. Va detto che le disposizioni di *Solvency II* sono già di per sé molto prudenti ed il rischio di insolvenza delle compagnie assicurative è stato con ogni probabilità ridotto; inoltre la caratteristica di non prevedere solo importi fissi come requisiti di solvibilità rende la direttiva innovativa e flessibile. Un'occasione quindi per le compagnie è quella di poter modificare gli importi investiti con un basso profilo di rischio in base alla tipologia delle nuove polizze sottoscritte.

BIBLIOGRAFIA

- A. DONATI, G. VOLPE PUTZOLU, *Manuale di diritto delle assicurazioni*, Giuffrè editore, 2016
- E. PITACCO, *Elementi di Matematica delle assicurazioni*, Lint editoriale, 2008
- A. FLOREANI, *Economia delle imprese di assicurazione*, Il Mulino, 2011
- F.S. MISHKIN, S.G. EAKINS, *Istituzioni e mercati finanziari*, Pearson, 2019
- EIOPA, *CEIOPS' Advice for level 2 implementing Measures on Solvency II: SCR STANDARD FORMULA*, Documento 70/2010
- IVASS, *Solvency II: la nuova regolamentazione del settore assicurativo: una guida semplificata*, 2016
- GIUSEPPE CICCHITELLI, *Statistica Principi e metodi*, Pearson, seconda edizione, 2012
- JOHN HULL, *Opzioni, futures e altri derivati*, Pearson, decima edizione, 2018

RIFERIMENTI

[https://www.sia-](https://www.sia-attuari.it/materiale/20160428_CORSO_SIA_BILANCIO_Cerchiara_edizione2016_Final.pdf)

[attuari.it/materiale/20160428 CORSO SIA BILANCIO Cerchiara edizione2016 Final.pdf](https://www.sia-attuari.it/materiale/20160428_CORSO_SIA_BILANCIO_Cerchiara_edizione2016_Final.pdf)

<https://www.iusinitinere.it/le-riserve-tecniche-nelle-assicurazioni-11396>

<http://www.ecostat.unical.it/Didattica/Statistica/didattica/Tecnica%20Att%20Ass%20Danni+Vita/2005%202006%20Prof%20Cerchiara/Lezione%2015%20Bilancio%20e%20Solvibilita.pdf>

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

https://europa.eu/european-union/eu-law/legal-acts_it

https://www.ivass.it/pubblicazioni-e-statistiche/pubblicazioni/att-sem-conv/2016/sem-1711/La_solvibilita_di_gruppo_.pdf

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0013&from=IT>

<https://www.docenti.unina.it/webdocenti-be/allegati/materiale-didattico/538241>

www.federalreserve.gov/releases/h15/data.htm.

<http://www.ordineattuari.it/>

https://www.ivass.it/normativa/nazionale/secondaria-ivass/pubbl-cons/2015/17-pc/Documento_di_consultazione_n_17_2015.pdf

<https://register.eiopa.europa.eu/CEIOPS-Archive/Documents/Advices/CEIOPS-L2-Advice-Correlation-Parameters.pdf>

[http://www.consob.it/web/investor-education/obbligazioni-subordinate#:~:text=Le%20obbligazioni%20subordinate%20sono%20titoli,o%20subordinati%20di%20livello%20inferiore\).](http://www.consob.it/web/investor-education/obbligazioni-subordinate#:~:text=Le%20obbligazioni%20subordinate%20sono%20titoli,o%20subordinati%20di%20livello%20inferiore).)

https://www.ivass.it/pubblicazioni-e-statistiche/pubblicazioni/att-sem-conv/2019/iv-sem-gio/03_MARIANI_IV_SEM_GIO.pdf

http://dati.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DCIS_MORTALITA1#

<http://staff.matapp.unimib.it/~fcaraven/download/other/dispense-3.3.pdf>