



S. I. A. s.r.l.

SVILUPPO INIZIATIVE ATTUARIALI

Viale delle Milizie, 1 - 00192 Roma - Tel.: 06 3202922, fax 06 3210250
E-mail: info@sifa-attuari.it

Le riserve tecniche dei rami danni: evoluzione normativa ed effetti sulle tecniche di valutazione

Parte 2 – Solvency II

Rocco Roberto Cerchiara

Università della Calabria

cerchiara@unical.it

Vittorio Magatti

Attuario - Dottore di Ricerca

vittorio.magatti@gmail.com

AGENDA

Parte 1: Le riserve tecniche secondo i principi contabili nazionali

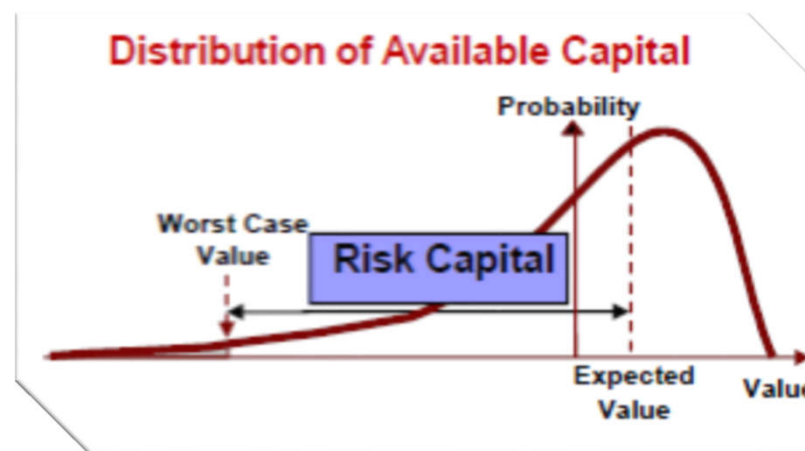
Parte 2: Le riserve tecniche secondo Solvency II

Parte 3: Le riserve tecniche secondo i principi contabili internazionali

Il Regime Solvency II

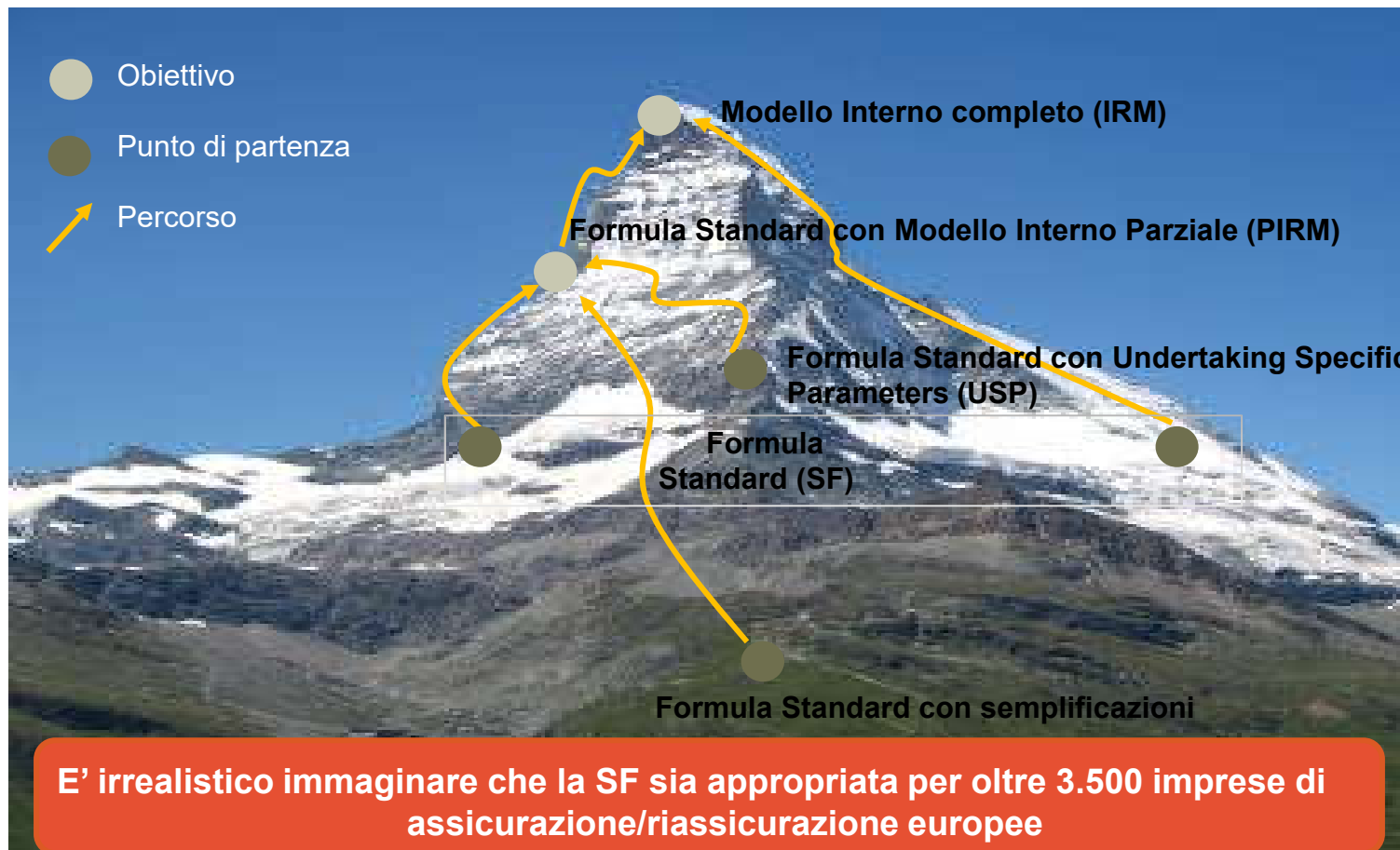
- Il Regime Solvency II richiede alle Compagnie operanti nel territorio europeo di definire un requisito di capitale, di seguito “**Solvency Capital Requirement**” (o “SCR”) *orientato al rischio*, basato su un calcolo prospettico e non inferiore ad un requisito patrimoniale minimo chiamato “**Minimum Capital Requirement**” (o “MCR”).
- La definizione di SCR é da intendersi: “*An economic capital to reflects the true risk profile of the undertaking, taking account of all quantifiable risks, as well as the net impact of risk mitigation techniques*” e basata su tre grandezze:

- **Misura di Rischio;**
- **Livello di Confidenza;**
- **Orizzonte Temporale.**

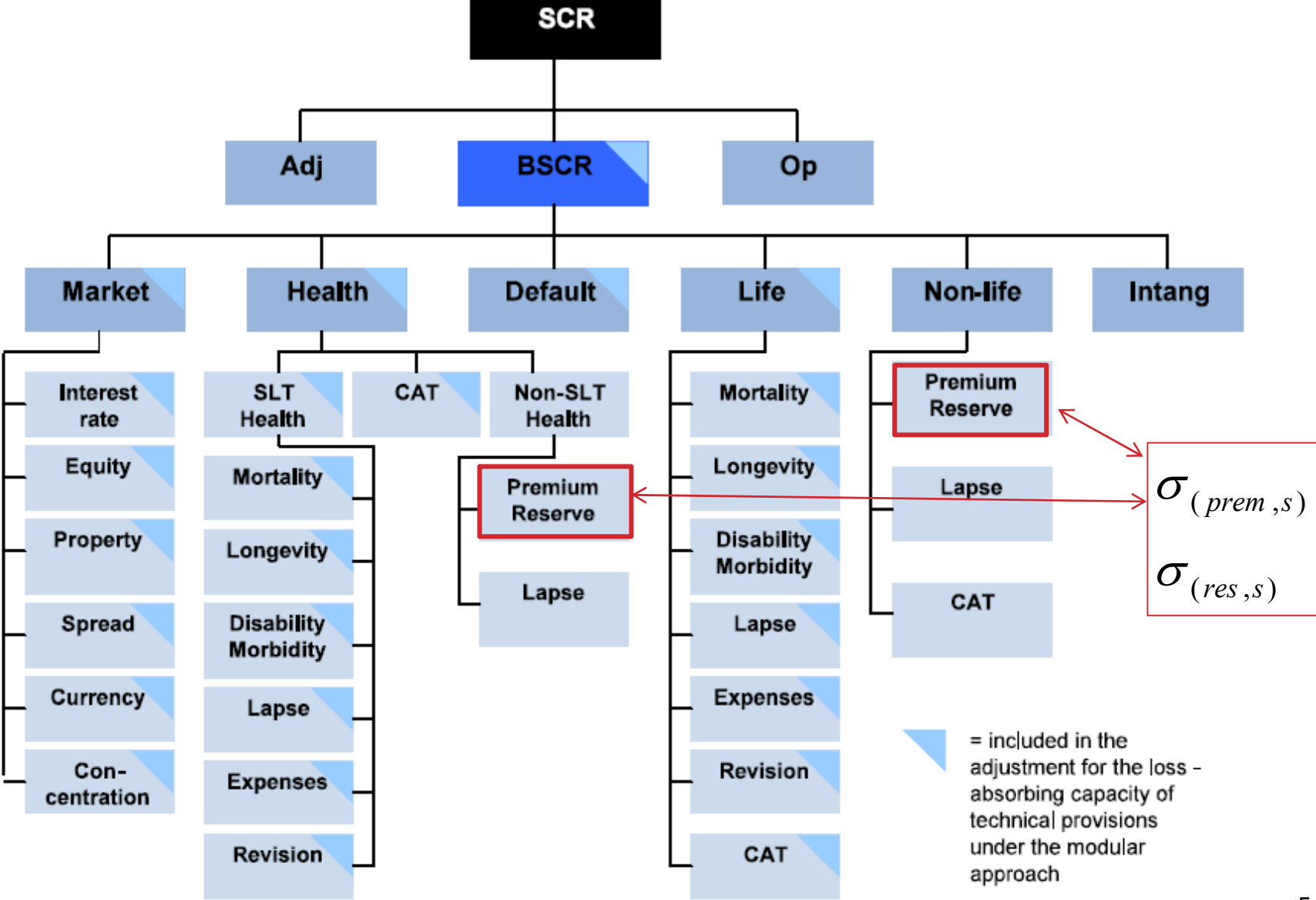


II Regime Solvency II

- Solvency II prevede un insieme di approcci di complessità crescente per il calcolo del SCR, per consentire alle compagnie di scegliere il **modello** che è **più adatto** alla **natura, dimensione e complessità** dei **rischi** assunti.



II Regime Solvency II - Premium Risk e Reserve Risk Standard Formula



II Regime Solvency II - Premium Risk e Reserve Risk

Standard Formula - Non-life Underwriting Risk

Premium Risk (*)	Reserve Risk	Lapse Risk(*)	CAT Risk (*)
<ul style="list-style-type: none"> • Premium risk results from fluctuations in the timing, frequency and severity of insured events (...). Premium risk includes the risk that premium provisions turn out to be insufficient to compensate claims or need to be increased. Premium risk also includes the risk resulting from the volatility of expense payments (...). 	<ul style="list-style-type: none"> • Representing the reserve risk coming from volatility of claims payment either in timing and amount 	<ul style="list-style-type: none"> • The risk coming from the policyholders options eventually included in non-life policies, as for instance the option to lapse the contract before the maturity 	<ul style="list-style-type: none"> • Representing the risk of losses or unfavourable variations in the insurance liabilities value coming from high volatility in assumptions for pricing and reserving due to exceptional or extreme events

(*) Non inclusi in questo corso

II Regime Solvency II

One-year volatility – Reserve Risk

- Il CDR_t (Claim Development Result dopo t anni dall'istante di valutazione) è in pratica la differenza tra Actual e Expected. Idealmente, a fronte di una best estimate “corretta”, il valore atteso del CDR per ogni futuro t all'istante di valutazione dovrebbe essere zero (“prospective CDR”).
- Tale concetto è opposto a quello di “retrospective CDR”, cioè il CDR osservato dopo t anni (in genere non è pari a zero). Si veda Merz e Wüthrich (2008) per ulteriori approfondimenti su questo aspetto.
- In sintesi la “**ultimate view**” contiene tutti i possibili path della riserva fino al completo run-off, mentre la “**one-year view**” produce un assessment solo dei diversi path nel primo anno (un attuario dovrebbe stimare la riserva dopo aver osservato tutti questi possibili path “one-year”, come nel caso di “actuary-in-the-box” - re-reserving; si veda Ohlsson, Esbjörn, e Lauzenings, 2008). Ovviamente le due view possono essere riconciliate.

II Regime Solvency II

One-year volatility – Reserve Risk

Fonte: Carrato, McGuire e Scarth (2016)

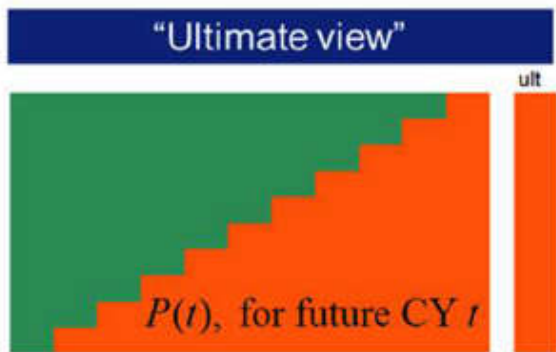


Figure 1: Ultimate View

$$CDR_{\infty} = R_0 - \sum_{\text{future CY } t} P(t)$$

$$\Downarrow$$

$$VAR(CDR_{\infty}) = VAR\left(\sum_{\text{future CY } t} P(t)\right)$$

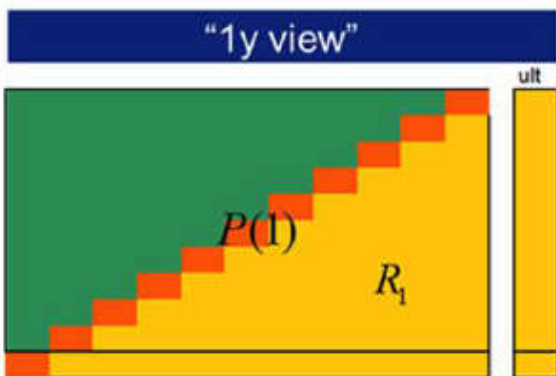


Figure 2: One Year View

$$CDR_1 = R_0 - P(1) - R_1$$

$$\Downarrow$$

$$VAR(CDR_1) = VAR(P(1) + R_1)$$

Dove:

- R_0 : “opening reserve” (riserva sin. iniziale), é nota e $VAR(R_0) = 0$;
- $P(t)$: Pagamenti durante l’anno di calendario t , per i soli sinistri già accaduti all’istante di valutazione $t = 0$ (es. precedenti);
- R_1 : “closing reserve” dopo aver osservato $P(1)$ e non considerando i sinistri accaduti tra 0 e 1.

TIME HORIZON PARADOX

- Geman and Ohana (2005) – TIME HORIZON PARADOX: *This is a very general phenomenon and refers to a situation where you have two risks, X and Y, and if you compare them over one time horizon (say one year) you see that X is riskier than Y, whereas if you compare them over a different time horizon (say ten years) then you see that Y is riskier than X.*
- AISAM-ACME (2007): *A problem with the one-year risk is that the reserves for long-tailed business might change so little over one year that ‘.../ it should not be a surprise that some long-tail business – where adverse movements in claims provisions emerge slowly over many years – requires less solvency capital than some short-tail business /.../’.* Si veda anche Dhaene et al. (2008) per ulteriori esempi.
- Merz and Wuthrich (2010): *With long tail lines ... [there is] ... usually little extra claim specific information is gained over a single year resulting in small changes to reserves using typical stochastic methods and consequently very low measures of one-year reserve risk.*

TIME HORIZON PARADOX

- Cerchiara, Jain and Scarth 2020 (*A Practitioner's Introduction to Stochastic Reserving The One-Year View – IFoA*): *This phenomenon is a consequence of the one-year horizon of the Solvency II framework, which relates to risks that could appear in the financial statements over one year and does not take the long-term nature of insurance into account, right or wrong. Of course, mixing an ultimo perspective for liabilities with a one-year perspective for assets is not an alternative if we are interested in the combined total risk of the company.*
- **Consistenza tra one-year e ultimate risk:** tale analisi é rilevante quando la volatilità one-year é ricavata da quella ultimate (da tenere in conto i cambiamenti ambientali e legali, variazioni della strategia di riassicurazione, ecc.)
- I risultati derivanti dalle due “viste” possono essere molto differenti, in particolare in presenza di grandi sinistri, segmenti long-tail e comunque quando le informazioni out-of-triangle sono rilevanti (cfr Bird e Cairns, 2011):
 - *“A long tailed line and a significant part of the ultimate uncertainty relates to out-of-triangle information that will be known but not reflected in triangles by the end of the next year => Approach using triangles only may underestimate one-year risk*
 - *A long tailed line and a significant part of the ultimate uncertainty relates to a court case that will be decided two years from now => This uncertainty should not flow into one year risk”*

Metodologie di valutazione della volatilità one-year

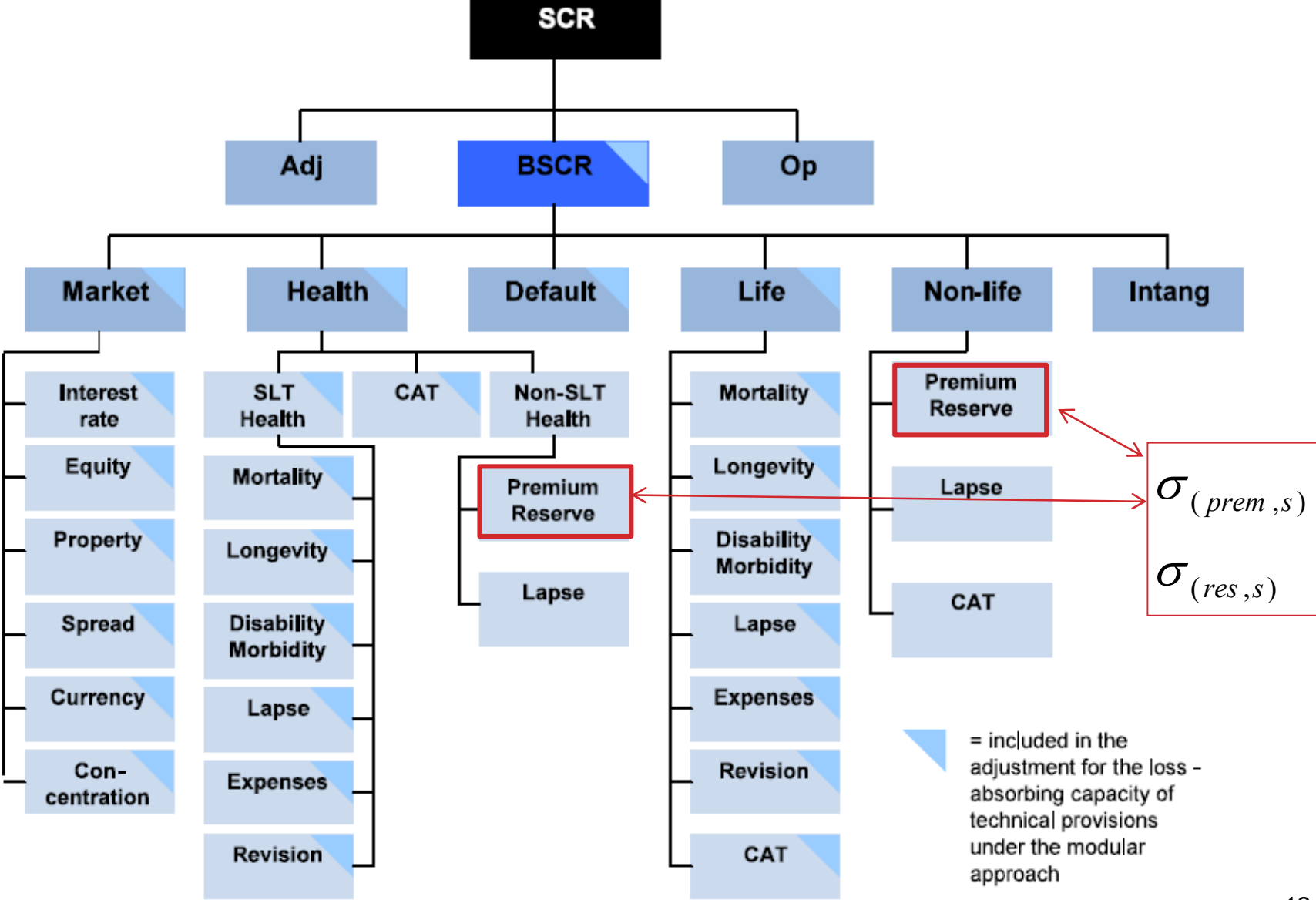
	Reserve Risk
1	Undertaking Specific Parameters (USP) Metodo 1
2	USP Metodo 2 - Merz-Wüthrich
3	Actuary-in-the-Box
4	Emergence Patterns
5	GLM
6	Simulation based approaches
7	Bayesian methods
8	Robbins' Method
9	Hindsight re-estimation
10	Complementary loss ratio method

Si veda Cerchiara, Jain e Scarth (2020): «A Practitioner's Introduction to Stochastic Reserving- One Year View» per ulteriori approfondimenti

<https://www.actuaries.org.uk/system/files/field/document/A-Practitioners-Introduction-One-Year-View.pdf>

Focus sugli USP

Standard Formula con USP



Il Regime Solvency II - Premium Risk e Reserve Risk Standard Formula

- Il SCR per il premium risk e reserve risk é il seguente:

$$SCR_{nl\ prem\ res} = 3 \sigma_{nl} V_{nl}$$

Dove

- V_{nl} é la misura di volume (somma delle misure di volume di ciascun segmento - V_s – si veda l’art. 116 degli Atti Delegati)
- σ_{nl} é la standard deviation del modulo Non-Life premium-reserve risk, combinando le σ_s di ciascun segmento in base ad una prefissata matrice di correlazione




Doppio livello di aggregazione

A)
$$\sigma_s = \frac{\sqrt{\sigma_{(prem,s)}^2 \cdot V_{(prem,s)}^2 + (\sigma_{(prem,s)} \cdot V_{(prem,s)} \cdot \sigma_{(res,s)} \cdot V_{(res,s)}) + \sigma_{(res,s)}^2 \cdot V_{(res,s)}^2}}{V_{(prem,s)} + V_{(res,s)}}$$

B)
$$\sigma_{nl} = \frac{1}{V_{nl}} = \sqrt{\sum_{s,t} CorrS_{(s,t)} \cdot \sigma_s \cdot V_s \cdot \sigma_t \cdot V_t}$$

Ipotesi coefficiente
correlazione = 0.5

Parametri Standard – Market wide

	Non Life Segment	Lines of business, as set out in Annex K	Standard deviation for gross premium risk of the segment	Standard deviation for reserve risk of the segment	
	1	<i>Motor vehicle liability insurance and proportional reinsurance</i>	4 and 16	10,0%	9,0%
	2	<i>Other motor insurance and proportional reinsurance</i>	5 and 17	8,0%	8,0%
	3	<i>Marine, aviation and transport insurance and proportional reinsurance</i>	6 and 18	15,0%	11,0%
	4	<i>Fire and other damage to property insurance and proportional reinsurance</i>	7 and 19	8,0%	10,0%
	5	<i>General liability insurance and proportional reinsurance</i>	8 and 20	14,0%	11,0%
	6	<i>Credit and suretyship insurance and proportional reinsurance</i>	9 and 21	19,0%	17,2%
	7	<i>Legal expenses insurance and proportional reinsurance</i>	10 and 22	8,3%	5,5%
	8	<i>Assistance and its proportional reinsurance</i>	11 and 23	6,4%	22,0%
	9	<i>Miscellaneous financial loss insurance and proportional reinsurance</i>	12 and 24	13,0%	20,0%
	10	<i>Non-proportional casualty reinsurance</i>	26	17,0%	20,0%
	11	<i>Non-proportional marine, aviation and transport Reinsurance</i>	27	17,0%	20,0%
	12	<i>Non-proportional property reinsurance</i>	28	17,0%	20,0%

	Health Segment	Lines of business, as set out in Annex K	Standard deviation for gross premium risk of the segment	Standard deviation for reserve risk of the segment	
	1	Medical expense insurance and proportional reinsurance	1 and 13	5,0%	5,7%
	2	Income protection insurance and proportional reinsurance	2 and 14	8,5%	14,0%
	3	Workers' compensation insurance and proportional reinsurance	3 and 15	9,6%	11,0%
	4	Non-proportional health reinsurance	25	17,0%	17,0%

Per tutti i segmenti, lo scostamento standard del rischio di tariffazione per l'assicurazione non vita di un determinato segmento è uguale allo scostamento standard del rischio di tariffazione lordo per l'assicurazione non vita del segmento di cui all'allegato II moltiplicato per il **fattore di aggiustamento** della riassicurazione non proporzionale:

- Per i segmenti 1, 4 e 5, il fattore di aggiustamento della riassicurazione non proporzionale è uguale all'80%.
- Per tutti gli altri segmenti, il fattore di aggiustamento della riassicurazione non proporzionale è uguale al 100%.

Focus sugli USP

"Previa approvazione da parte delle autorità di vigilanza, le imprese di assicurazione e riassicurazione possono, all'interno del progetto della formula standard, sostituire un sottoinsieme di parametri con parametri specifici per l'impresa interessata, per il calcolo dei moduli del rischio di sottoscrizione vita, non vita e malattia".

Art. 218 Atti Delegati Solvency II

(Sottoinsieme di parametri standard che può essere sostituito da parametri specifici dell'impresa)

- (a) Nel sottomodulo del rischio di tariffazione e di riservazione per l'assicurazione non-life, per ciascuno dei segmenti di cui all'allegato II del presente regolamento:
- i) La deviazione standard per il rischio di tariffazione per l'assicurazione non-life;
 - ii) La deviazione standard per il rischio di tariffazione lordo per l'assicurazione non-life;
 - iii) Il fattore di aggiustamento per la riassicurazione non-life, purché vi sia un riconoscibile contratto di riassicurazione dell'eccesso di perdite per il segmento considerato;
 - iv) La deviazione standard per il rischio di riservazione per l'assicurazione non-life.

A differenza di un Partial Internal Model, la metodologia di calcolo degli USP è pre-determinata dalla normativa:

- 1 Metodo Standardizzato per il Premium Risk (M1P)
- 2 Metodi Standardizzati per il Reserve Risk (M1R e M2R)

La stima degli USP (1 di 2)

$\sigma(\text{prem},s)$ e $\sigma(\text{res},s)$	Parametri Market Wide (standard)
$\hat{\sigma}(\hat{\delta}, \hat{\gamma})$ e MSEP	Parametri da stimare sui dati specifici della compagnia
$\sigma(\text{prem},s,USP)$ e $\sigma(\text{res},s,USP)$	USP
T (>5)	Profondità storica

Premium Risk (M1P)

$$\sigma_{(\text{prem},s,USP)} = c \cdot \hat{\sigma}(\hat{\delta}, \hat{\gamma}) \cdot \sqrt{\frac{T+1}{T-1}} + (1-c) \cdot \sigma_{(\text{prem},s)}$$

Reserve Risk (M1R e M2R)

M1R: Premium risk type method

$$\sigma_{(\text{res},s,USP)} = c \cdot \hat{\sigma}(\hat{\delta}, \hat{\gamma}) \cdot \sqrt{\frac{T+1}{T-1}} + (1-c) \cdot \sigma_{(\text{res},s)}$$

M2R: Run-off triangle type method

$$\sigma_{(\text{res},s,USP)} = c \cdot \frac{\sqrt{MSEP}}{\sum_{i=0}^I (\hat{C}_{(i,j)} - C_{i,I-i})} + (1-c) \cdot \sigma_{(\text{res},s)}$$

La stima degli USP (2 di 2)

La normativa prevede una combinazione lineare di parametri standard e specifici, con pesi dati da un fattore di credibilità «c», che varia in funzione sia della profondità storica (T) dei dati in base ai quali sono stati stimati gli USP, sia del segmento s:

<i>T</i>	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	≥ 15
<i>c</i>	34%	43%	51%	59%	67%	74%	81%	87%	92%	96%	100%

Coefficienti di credibilità per Motor Vehicle Liability, General Liability, Credit and Suretyship

<i>T</i>	5	6	7	8	9	≥ 10
<i>c</i>	34%	51%	67%	81%	92%	100%

Coefficienti di credibilità per i rimanenti segmenti

Maggiore è la profondità storica dei dati utilizzati, maggiore è il peso dei parametri specifici di compagnia

METODI STANDARDIZZATI

IL METODO M1

- Il modello M1 è stato scelto da EIOPA in base allo studio del Joint Working Group Non-Life and Health NSLT Calibration (JWG) – EIOPA 11/163 in relazione alla calibrazione delle deviazioni standard **marketwide** per il premium e il reserve risk sulla base di un campione di dati del mercato europeo
- Il modello M1 appartiene alla classe dei Lognormal Models - Second Variance Parametrisation (come un'estensione del modello Poisson Composto, ma che consente di ricorrere a procedure di ottimizzazione non troppo complesse per la stima dei parametri) ed è stato ottenuto attraverso una riparametrizzazione della funzione di stima del JWG
- In pratica si cerca di stimare la varianza di una variabile aleatoria Y sulla base delle sue relazioni teoriche con una variabile esplicativa X, che agisce come misura di volume.
- La stima dei parametri di questo modello è basata sulle serie storica delle osservazioni di X e Y
- La **deviazione standard specifica unitaria** σ è quindi il coefficiente di variazione di Y, pari a $\text{Std}(Y)/E(Y)$.

Metodo M1 – Dati

M1P PREMIUM RISK

Dati:

(a) i pagamenti effettuati e le migliori stime delle riserve per sinistri da liquidare nel segmento s dopo il primo anno di sviluppo dell'anno di accadimento di tali sinistri (perdite aggregate);

(b) i premi acquisiti nel segmento s.

M1R RESERVE RISK

PREMIUM RISK TYPE (processo di calcolo analogo a M1P)

Dati:

(a) la somma della migliore stima della riserva alla fine dell'esercizio finanziario per i sinistri da liquidare nel segmento s all'inizio dell'esercizio finanziario e dei pagamenti effettuati durante l'esercizio finanziario per i sinistri da liquidare nel segmento s all'inizio dell'esercizio finanziario;

(b) la migliore stima della riserva per i sinistri da pagare nel segmento s all'inizio dell'esercizio finanziario.

Il Metodo M1 - Ipotesi



European Actuarial Journal
pp 1-26

<http://rdcu.be/I0hm>

Undertaking specific parameters under solvency I
reduction of capital requirement or not?

- There is a linear relation between $E[Y]$ and X in a particular accident year:

$$E[Y] = \beta X$$

(M1M)

- The variance of Y in a particular segment and accident year is quadratic in X :

$$Var(Y) = \beta^2 \sigma^2 [(1 - \delta) \bar{X}X + \delta X^2]$$

(M1V)

where $\bar{X} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T X_t$

- Y follows a lognormal distribution $\ln(Y) \sim Normal(\mu, \omega)$ where:

$$\omega = \ln\{1 + \sigma^2[(1 - \delta)\bar{X}X + \delta X^2]\} \quad \text{and} \quad \mu = \ln(\beta X) - \frac{\omega}{2}$$

(M1D)

- Maximum Likelihood estimation is appropriate.

(ML)

i. le perdite aggregate (Y) attese in un determinato segmento e anno di accadimento dei sinistri sono linearmente proporzionali rispetto ai premi acquisiti (X) in un determinato anno di accadimento dei sinistri (*per il reserve risk: alla migliore stima della riserva per i sinistri da liquidare in un determinato segmento e in un determinato esercizio finanziario*);

ii. la varianza delle perdite aggregate in un determinato segmento e anno di accadimento dei sinistri è quadratica rispetto ai premi acquisiti in un determinato anno di accadimento dei sinistri (*per il reserve risk: alla riserva per i sinistri da liquidare in un determinato segmento e in un determinato esercizio finanziario*);

iii. le perdite aggregate seguono una distribuzione lognormale;

iv. la stima della massima verosimiglianza è appropriata.

IL JWG ha incluso l'ipotesi che la $Var(Y)$ sia proporzionale a β^2 ("second variance parametrisation"), in modo che il coefficiente di variazione di Y sia indipendente da β .

I metodi standardizzati

II Metodo M2R – Dati e Ipotesi

M2R RESERVE RISK

DATI:

$C(i,j)$ = IMPORTI DEI PAGAMENTI CUMULATI RELATIVI AI SINISTRI COPERTI DA CONTRATTI DI ASSICURAZIONE O DI RIASSICURAZIONE NEL SEGMENTO S (IMPORTI DEI SINISTRI CUMULATI) SEPARATAMENTE PER CIASCUN ANNO DI ACCADIMENTO DEL SINISTRO E CIASCUN ANNO DI SVILUPPO DEI PAGAMENTI (TRIANGOLO DI RUN-OFF).

IPOTESI alla base del metodo M2:

- I pagamenti cumulati di anni di accadimento diversi sono stocasticamente indipendenti (M2I);
- Per ogni anno di accadimento, il valore atteso dei pagamenti cumulati in un anno di sviluppo é proporzionale ai pagamenti cumulati del precedente anno di sviluppo (M2M);

$$E(C_{i,j} | C_{i,j-1}) = f_j \cdot C_{i,j-1}$$

- Per ogni anno di accadimento, la varianza dei pagamenti cumulati in un anno di sviluppo é proporzionale ai pagamenti cumulati del precedente anno di sviluppo (M2V).

$$Var(C_{i,j} | C_{i,j-1}) = s_j^2 \cdot C_{i,j-1}$$

Metodi standardizzati

Il Metodo M2R – Metodologia e stima

Il Metodo 2 è derivato dal modello di Merz-Wuthrich (MW) [2008]:

$$\text{Deviazione Standard Specifica} = \frac{\sqrt{MSEP}}{\sum_{i=0}^I (\hat{C}_{(i,J)} - C_{i,I-i})}$$

Contiene Process Variance e Estimation Error

Riserva stimata con CL

$i=0, \dots, I$ anni di accadimento

$j=0, \dots, J$ anni di sviluppo

$\hat{C}_{(i,j)}$ stima dei pagamenti cumulati fino all'anno j dei sinistri avvenuti nell'anno i :

$$\hat{C}_{(i,j)} = C_{(i,I-i)} \hat{f}_{I-i} \cdots \hat{f}_{j-2} \hat{f}_{j-1}$$

$$\hat{f}_j = \frac{\sum_{i=0}^{I-j-1} C_{(i,j+1)}}{\sum_{i=0}^{I-j-1} C_{(i,j)}}$$

e

MSEP: Mean Squared Error of Prediction (la formula non è riportata per brevità, essendo ben nota in letteratura)

**UN ULTERIORE RICHIAMO SUI METODI DI CALCOLO DELLA RISERVA SINISTRI
IN RELAZIONE ALL'EVOLUZIONE DELLA NORMATIVA
IL CHAIN LADDER MULTIVARIATO IN AMBITO USP**

- Il modello Chain Ladder Multivariato viene utilizzato a supporto delle analisi USP per il Reserve Risk al fine di individuare l'effetto sulla variabilità dei parametri specifici da parte della correlazione tra lo stesso ramo di diverse compagnie del gruppo o in caso ad esempio di fusione.
- I dati da utilizzare sono coerenti con i requisiti del Metodo 2 previsto per il Reserve Risk e quindi sono da intendersi riferiti agli importi pagati.
- Questo metodo può essere utilizzato per ricavare una stima dell'incertezza delle riserve aggregate, attraverso tutti i segmenti combinati. Ciò non si ottiene applicando un metodo ai dati aggregati, ma ai segmenti in un contesto multivariato.
- Rappresenta quindi un'alternativa all'applicare indipendentemente uno o più metodi stocastici a ciascun segmento e poi combinarli.

CHAIN LADDER MULTIVARIATO

- La maggior parte dei metodi multivariati presuppone inoltre che i triangoli dei dati abbiano la stessa dimensione per tutti i segmenti, il che potrebbe non essere vero in alcune situazioni pratiche
- A tal fine, è necessario selezionare una dimensione comune a tutti i triangoli e/o dell'anno di accadimento iniziale di partenza per l'analisi multivariata
- Inoltre nella prassi si raccomanda di utilizzare un approccio separato per i dati nei periodi di sviluppo nella coda per stabilizzare la stima, in quanto nella coda ci sono pochi dati e l'applicazione di un modello multivariato in tale contesto potrebbe produrre stime altamente volatili e non corrette. E' opportuno suddividere il dataset in una prima parte (anni di sviluppo dove sussiste una sufficiente numerosità), a cui applicare l'analisi multivariata, ed in una seconda parte (coda) su cui eseguire analisi univariate; successivamente vengono «uniti» i due modelli per produrre la stima finale.
- La metodologia applicata produce la media e l'errore di previsione.

CHAIN LADDER MULTIVARIATO

IL MODELLO UTILIZZATO

Si indichi con $Y_{i,k} = (Y_{i,k}^{(1)}, \dots, Y_{i,k}^{(N)})$ un vettore di $N \times 1$ di pagamenti cumulati nell'anno di accadimento $i \in (1, \dots, I)$ e di sviluppo $k \in (1, \dots, I)$ dove (n) rappresenta l'ennesimo triangolo.

In base al paper di Zhang (2010) si ha per il generico anno di sviluppo k :

$$Y_{i,k+1} = A_k + B_k Y_{i,k} + \epsilon_{i,k} \quad (1)$$

dove A_k é la colonna delle intercette e B_k é la matrice per l'anno di sviluppo k . Le ipotesi alla base di questo modello sono:

- $E(\epsilon_{i,k} | (Y_{i,k}, \dots, Y_{i,I+1-k})) = 0$ (2)

- $cov(\epsilon_{i,k} | (Y_{i,k}, \dots, Y_{i,I+1-k})) = D(Y_{i,k}^{-\delta/2}) \Sigma_k D(Y_{i,k}^{-\delta/2})$ (3)

- i pagamenti di anni di accadimento differenti sono indipendenti (4)

- $\epsilon_{i,k}$ sono i.i.d. (5)

dove D é l'operatore nella diagonale ed é un valore positivo che controlla come la varianza dipenda dalla media. Questo modello é denominato general multivariate chain ladder [GMCL] (si veda Zhang, 2010). Un importante caso speciale si ha per $A_k = 0$ e le matrici B_k sono diagonali come nell'originale generalizzazione del Chain Ladder, tipicamente definito multivariate chain ladder [MCL] (si veda Prohl e Schmidt, 2005).

CHAIN LADDER MULTIVARIATO

IL MODELLO UTILIZZATO

Il metodo MCL si basa quindi su una struttura multivariata per gli stimatori Chain Ladder. Questa struttura è stata descritta prima in Pröhl e Schmidt (2005), che definiscono un modello multivariato Chain Ladder utilizzando la notazione matriciale. È stato utilizzato anche nel paper di Merz e Wüthrich (2008c), che specifica le formule per l'errore di predizione del modello MCL.

Il modello GMCL è, come suggerisce il nome, una forma più generalizzata del modello MCL in quanto ad esempio, può essere incluso un termine di intercetta, come con i modelli ELTF descritti in Barnett e Zehnwirth (2000). Quindi, come l'uso di un intercetta può in alcuni casi superare i limiti del modello Chain Ladder standard, così può accadere anche in un contesto multivariato.

Ai fini delle analisi USP, non è necessario utilizzare un modello così sofisticato. Ci si può limitare all'implementazione del MCL, senza considerare la presenza di intercetta.

CHAIN LADDER MULTIVARIATO ESEMPIO DI IMPLEMENTAZIONE

Consideriamo il caso di selezione dello stesso segmento di tre compagnie. Una volta scelti il segmento, la data classification (ad es. dati civilistici) e il tipo di lavoro (diretto o indiretto), si può procedere alla selezione dei triangoli

CHAIN LADDER MULTIVARIATE - CHOOSE TRIANGLES

Choose triangles

USP Prediction
STUDIO ATTUARIALE CERCHIARA

Company

- Company One
- Company Two
- Company Three

Choose

Segment label

- FDP
- GLI
- MVL

Choose

Data classification

- 1

Choose

Type

- DL

Choose

Deselect

Triangles selection


CHAIN LADDER MULTIVARIATO

Attivando «Triangles selection», appariranno due tabelle in basso:

- La prima fornirà una sintesi delle caratteristiche dei triangoli importati (anno iniziale, finale, dimensione, ecc.)
- La seconda fornirà la possibilità di selezionare un anno di partenza per l'analisi differente da quello iniziale

CHAIN LADDER MULTIVARIATE - CHOOSE TRIANGLES

Choose triangles



Company: Company One, Company Two, Company Three

Segment label: FDP, GLI, MVL

Data classification: 1

Type: DL

Deselect Triangles selection

TRIANGLE NUMBER	COMPANY NAME	SEGMENT LABEL	DATA CLASSIFICATION	TYPE	YEAR MIN	YEAR MAX	TRIANGLE DIMENSION	Starting Year Selection
1	Company One	GLI	1	DL	2010	2018	9 x 9	2010
2	Company Two	GLI	1	DL	2009	2018	10 x 10	2011
3	Company Three	GLI	1	DL	2009	2018	10 x 10	2012


CHAIN LADDER MULTIVARIATO

In questo esempio la selezione viene effettuata per l'anno 2010 (si noti che due dei dataset iniziale hanno come anno iniziale il 2009)

Selezionando lo starting year viene inoltre abilitato il tasto «Tail developments periods....» - si veda la slide successiva

CHAIN LADDER MULTIVARIATE - CHOOSE TRIANGLES

Choose triangles



Company: Company One, Company Two, Company Three

Segment label: FDP, GLI, MVL

Data classification: 1

Type: DL

Deselect Triangles selection

Tail development periods to be excluded from multivariate analysis

TRIANGLE NUMBER	COMPANY NAME	SEGMENT LABEL	DATA CLASSIFICATION	TYPE	YEAR MIN	YEAR MAX	TRIANGLE DIMENSION	Starting Year Selection
1	Company One	GLI	1	DL	2010	2018	9 x 9	2010
2	Company Two	GLI	1	DL	2009	2018	10 x 10	2011
3	Company Three	GLI	1	DL	2009	2018	10 x 10	2012


Starting Year Selection: 2010, 2011, 2012, 2013, 2014

CHAIN LADDER MULTIVARIATO

Una volta eseguito il tasto «Tail developments periods....», l'utente può selezionare il numero di anni di sviluppo nella coda da escludere nell'analisi multivariata

CHAIN LADDER MULTIVARIATE - CHOOSE TRIANGLES

Choose triangles



Company

- Company One
- Company Two
- Company Three

Choose

Segment label

- FDP
- GLI
- MVL

Choose

Data classification

- 1

Choose

Type

- DL

Choose

Deselect

Triangles selection

RETURN TO CHAIN LADDER MULTIVARIATE MAIN FRAMEWORK

Numero di anni di sviluppo esclusi nella coda del triangolo

Choose Tail development period	Starting Year Selection
3	2010
4	2011
5	2012
6	2013
7	2014

CHAIN LADDER MULTIVARIATO SUMMARY RESULTS

E' possibile stimare (in R) la matrice di covarianza in diversi modi:

- Il metodo «Theil» produce stime non distorte delle covarianze, ma la matrice potrebbe non essere semidefinita positiva
- In base a quanto evidenziato nel punto precedente, il tool offre l'alternativa «Geometric» che consente di ovviare a tale problematica.

«Mack's method - aggregate» (Mack's approximation) sul triangolo «somma» delle compagnie

Ordinary Least Squares Model – ipotesi di indipendenza tra i parametri stimati

«Seemingly Unrelated Regression» - Estensione dell'OLS con stima delle correlazioni (error terms)

Summary Results - Coefficient of Variation

Model	Correlation	Mack.CV	Ols.CV	Sur.CV
Seemingly unrelated regressions (Sur)	Geometric	0,154	0,105	0,146

Model	Correlation	Mack.CV	Ols.CV	Sur.CV
Seemingly unrelated regressions (Sur) - MW 2008	Theil	0,154	0,105	0,140

Per ulteriori dettagli si veda Claims reserving with R: Package ChainLadder
<https://cran.r-project.org/web/packages/ChainLadder/ChainLadder.pdf>

Le riserve tecniche (Technical Provisions - TP) in Solvency II

Nelle slide successive analizzeremo il calcolo delle Technical Provisions anche alla luce il Regolamento IVASS n. 18 del 15 MARZO 2016

PRINCIPI GENERALI E
REGOLE APPLICATIVE
PER IL CALCOLO
DELLE RISERVE
TECNICHE

METODOLOGIE PER
CALCOLARE LE
RISERVE TECNICHE

Premessa sulle Technical Provisions in Solvency II

Il valore delle riserve tecniche corrisponde **all'importo attuale** che le imprese di assicurazione e di riassicurazione dovrebbero pagare **se dovessero trasferire le loro obbligazioni di assicurazione e di riassicurazione immediatamente ad un'altra impresa di assicurazione o di riassicurazione.**

Il valore delle Riserve Tecniche è pari alla somma di **Best Estimate e Risk Margin.**

a. La **Best Estimate** corrisponde alla media dei flussi di cassa futuri ponderata per la probabilità, tenendo conto del valore temporale del denaro (valore attuale atteso dei flussi di cassa futuri) sulla base della pertinente struttura per scadenza dei tassi di interesse privi di rischio.

2. Il **Risk Margin** 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.

PRINCIPI GENERALI E REGOLE APPLICATIVE PER IL CALCOLO DELLE RISERVE TECNICHE

- 1. Rilevazione delle obbligazioni**
- 2. Qualità dei dati**
- 3. Segmentazione e scomposizione delle obbligazioni assunte**
4. Ipotesi sottostanti al calcolo delle riserve tecniche
5. Trattamento delle garanzie finanziarie e delle opzioni contrattuali
6. Future misure di gestione e ipotesi sulle future partecipazioni agli utili

METODOLOGIE PER CALCOLARE LE RISERVE TECNICHE

1. Valutazione della proporzionalità
2. **Metodi applicati per i calcoli delle riserve tecniche nel corso dell'anno**
3. Metodologie per la valutazione delle opzioni contrattuali e delle garanzie
4. Generatori di scenari economici (ESG)
5. **Calcolo del margine di rischio**
6. Calcolo delle riserve tecniche come elemento unico
7. **Premi futuri**
8. **Calcolo delle riserve**
9. Calcolo degli utili attesi nei premi futuri (EPIFP)
10. **Metodologie per calcolare gli importi recuperabili dai contratti di riassicurazione e società veicolo**
11. Principi generali in materia di metodologie per il calcolo delle riserve tecniche

PRINCIPI GENERALI E REGOLE APPLICATIVE PER IL CALCOLO DELLE RISERVE TECNICHE

1. Rilevazione delle obbligazioni

- Applicazione coerente delle disposizioni in materia di limiti di un contratto
- Diritto unilaterale e capacità di imposizione
- Corrispondenza del premio con il rischio
- Scomposizione del contratto
- Identificazione di un effetto percepibile sugli aspetti economici del contratto
- Stima delle obbligazioni
- Contratti di riassicurazione attiva

- *Il calcolo della best estimate deve includere solo flussi di cassa futuri connessi alle obbligazioni all'interno dei boundary (**limiti**) del contratto:*

Se la compagnia ha, ad una data futura,

- *un diritto unilaterale di terminare il contratto*
- *un diritto unilaterale di rifiutare i premi che appartengono al contratto o*
- *un diritto unilaterale di modificare i premi o i benefici*

ogni impegno relativo al contratto assicurativo dopo tale data non appartiene al contratto

Se il contratto

- *non fornisce compensi per un determinato evento incerto che possa danneggiare l'assicurato*
- *non include una garanzia finanziaria*

le obbligazioni relative ai premi che non sono ancora stati pagati non appartengono al contratto

PRINCIPI GENERALI E REGOLE APPLICATIVE PER IL CALCOLO DELLE RISERVE TECNICHE

2. Qualità dei dati

- Completezza e appropriatezza dei dati (dati sufficienti, profondità storica adeguata, correzione in base alla credibilità, ecc.)
- Revisione e convalida della qualità dei dati (data quality e convalida da parte della Funzione Attuariale, expert judgement)
- Carenze dei dati (quantificazione dei relativi impatti ed eventuali aggiustamenti)
- Utilizzo di dati esterni (benchmark, ecc.)

PRINCIPI GENERALI E REGOLE APPLICATIVE PER IL CALCOLO DELLE RISERVE TECNICHE

3. Segmentazione e scomposizione delle obbligazioni assunte

- Lo scopo della segmentazione è ottenere una valutazione accurata, ad esempio definendo **gruppi di rischio omogenei** per la derivazione delle ipotesi best estimate
- Differente segmentazione tra non-life, life e health Lines of Business (LoBs)
- Scomposizione di contratti di assicurazione o di riassicurazione che coprono molteplici aree di attività: se un contratto di assicurazione o di riassicurazione copre i rischi di diverse aree di attività, la ripartizione delle obbligazioni non è richiesta laddove solo uno dei rischi coperti dal contratto è rilevante. In questo caso, le obbligazioni contrattuali dovrebbero essere **segmentate in base al fattore di rischio principale**
- Nell'individuazione dei gruppi di rischi omogenei per il calcolo delle riserve sinistri, l'impresa considera separatamente i sinistri **CARD e NO CARD** classificati nell'area di attività "Assicurazione sulla responsabilità civile risultante dalla circolazione di autoveicoli" di cui all'allegato I degli Atti delegati. I dati relativi ai sinistri CARD e NO CARD sono trasmessi con appositi modelli per la presentazione delle informazioni alle autorità di vigilanza.

Segmentazione in Solvency II - Assicurazioni Danni

N.	Line of Business	Ramo minist.	Nome Ramo ministeriale
1	Motor TPL	10	R.C. Autoveicoli Terrestri
		12	R.C. Veicoli Marittimi
2	Motor Other	3	Corpi veicoli terrestri
3	MAT	4	Corpi Veicoli Ferroviari
		5	Corpi Veicoli Aerei
		6	Corpi Veicoli Marittimi
		7	Merci Trasportate
		11	R.C. Aeromobili
4	Property	8	Incendio ed elementi naturali
		9	Altri Danni ai Beni
5	Liability	13	R.C. Generale
6	Credit	14	Credito
		15	Cauzione
7	Legal	17	Tutela Legale
8	Assistance	18	Assistenza
9	Miscellaneous non-life insurance	16	Perdite pecuniarie
10	Non-proportional Property		Riassicurazione (attiva) Non Proporzionale Property
11	Non-proportional Casualty		Riassicurazione (attiva) Non Proporzionale Casualty
12	Non-proportional MAT		Riassicurazione (attiva) Non Proporzionale MAT

Segmentazione in Solvency II

Assicurazioni “Health” (1 di 2)

- *In relation to their technical nature two types of health insurance can be distinguished:*
 - *Health insurance which is pursued on a similar technical basis to that of life insurance (**SLT Health**); or*
 - *Health insurance which is not pursued on a similar technical basis to that of life insurance (**Non-SLT Health**).*
- ***SLT health** insurance obligations should be allocated to one of the four following lines of business for life insurance obligations:*
 - *Insurance contracts with profit participation where the main risk driver is disability/morbidity risk*
 - *Index-linked and unit-linked life insurance contracts where the main risk driver is disability/morbidity risk*

Segmentazione in Solvency II

Assicurazioni “Health” (2 di 2)

- *Other insurance contracts where the main risk driver is disability/morbidity risk*
- *Annuities stemming from non-life contracts*
- **Non-SLT health** obligations should be allocated to one of the three following lines of business for non-life insurance obligations:
 - *Medical expense*
 - *Income protection*
 - *Workers' compensation*
- E' prevista anche una LoB Non-proportional Health (lavoro indiretto)

PRINCIPI GENERALI E REGOLE APPLICATIVE PER IL CALCOLO DELLE RISERVE TECNICHE

4. Ipotesi sottostanti al calcolo delle riserve tecniche

- Coerenza delle ipotesi sottese al calcolo delle riserve tecniche (con calcolo SCR)
- Modellazione dei fattori di rischio biometrici (modello deterministico o stocastico)
-
- Variazione nell'approccio per la ripartizione delle spese generali (attribuzione per rischi omogenei)
- Proiezione dei flussi di cassa relativi alle spese
- Semplificazioni per il calcolo delle spese

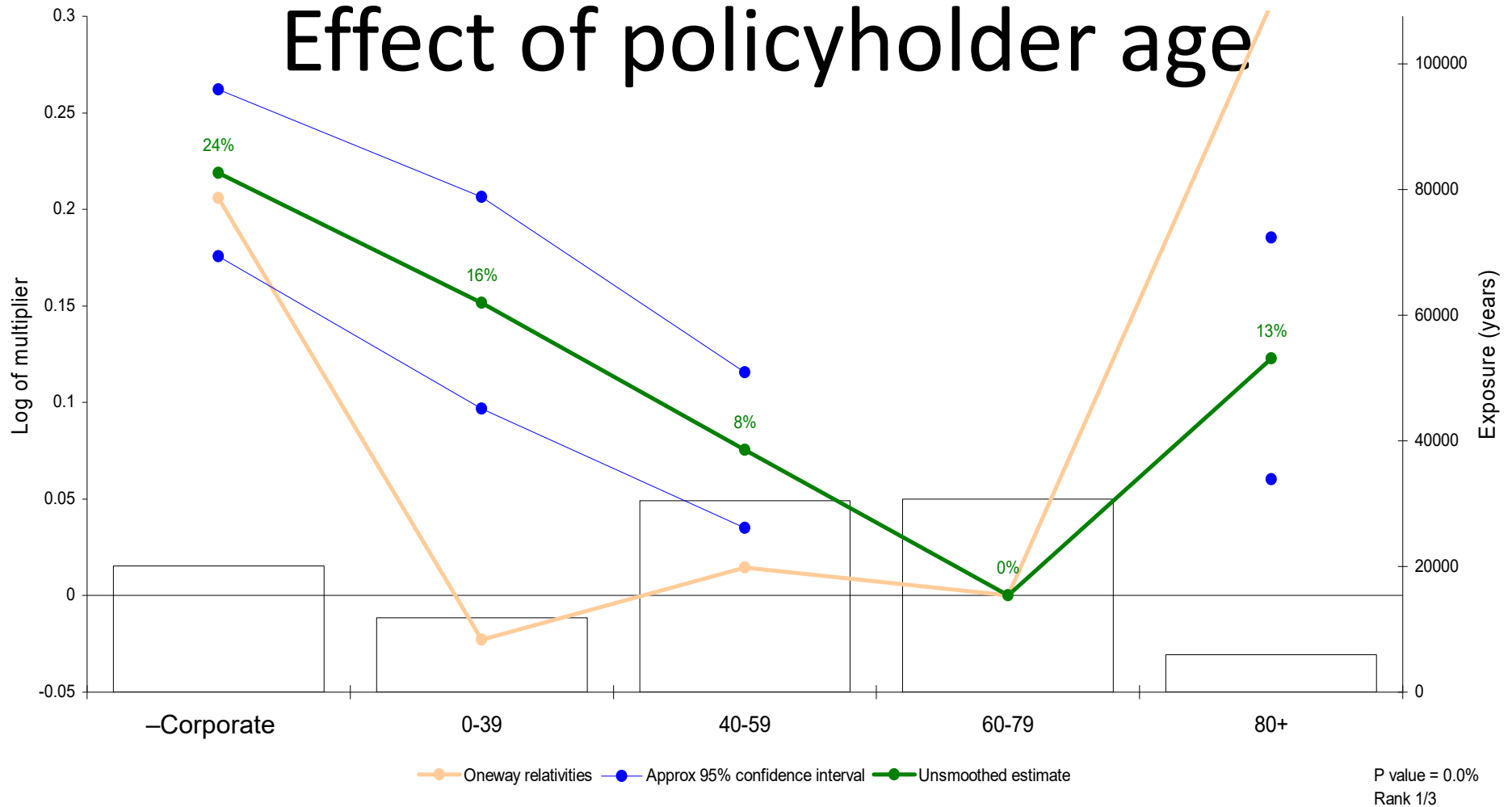
PRINCIPI GENERALI E REGOLE APPLICATIVE PER IL CALCOLO DELLE RISERVE TECNICHE

5. Trattamento delle garanzie finanziarie e delle opzioni contrattuali

- Valutazione esplicita di
 - Opzione contrattuale: diritto dell'assicurato di cambiare i benefici in base a condizioni che sono predefinite all'emissione. Per attivare un'opzione è necessaria una scelta deliberata del titolare dell'opzione (valori di riscatto garantiti, opzioni di rendita garantita, ...)
 - Garanzia finanziaria: offerta dalla compagnia all'assicurato. Può comportare per l'assicuratore una perdita derivante dai risultati degli investimenti che differiscono da quelli garantiti all'assicurato oppure l'obbligo di corrispondere benefici addizionali (tassi minimi garantiti, profit sharing, ...)
- Ipotesi sul comportamento dei contraenti
 - Qualsiasi assunzione fatta dalla compagnia rispetto alla probabilità che gli assicurati esercitino opzioni contrattuali, inclusi riscatti, dovrebbe essere realistica e basata su informazioni correnti e credibili

Technical Provisions – Policyholder behaviour

Esempio basato sui GLM - Algarotti, Cerchiara, Gambini, Edwards (2009)



PRINCIPI GENERALI E REGOLE APPLICATIVE PER IL CALCOLO DELLE RISERVE TECNICHE

6. Future misure di gestione e ipotesi sulle future partecipazioni agli utili

- Nella proiezione dei cash flow futuri per il calcolo delle best estimate le compagnie devono considerare le **azioni potenziali future** che il management della compagnia potrà attuare (variazioni nei bonus o nei prodotti, per esempio su polizze with profit per mitigare il rischio di mercato, variazione caricamenti ...)
- Nella valutazione delle riserve tecniche, l'impresa tiene conto delle **future partecipazioni agli utili** a carattere discrezionale che prevede saranno realizzate, indipendentemente dal fatto che tali pagamenti siano contrattualmente garantiti. A tal fine l'impresa considera tutti i vincoli giuridici e contrattuali, le modalità di partecipazione agli utili ed eventuali piani per la distribuzione degli utili.

METODOLOGIE PER CALCOLARE LE RISERVE TECNICHE

1. Valutazione della **proporzionalità**: Nella valutazione sulla proporzionalità del metodo di calcolo delle riserve tecniche di cui all'articolo 56 degli Atti delegati, l'impresa tiene conto della forte interrelazione esistente tra la **natura**, la **portata** e la **complessità** dei rischi sottostanti alle obbligazioni assunte dall'impresa.
 - Principio di proporzionalità
 - Valutazione della natura e della complessità dei rischi (grado di omogeneità, interrelazioni tra rischi, livello di incertezza, tail, risk mitigation)
 - Individuazione dei rischi complessi (path dependent, opzioni e garanzie, ecc.)
 - Valutazione della portata dei rischi (misurazione e rating dei rischi)
 - Dettaglio della valutazione della significatività (rischio irrilevante per il portafoglio, ma significativo per un segmento)
 - Conseguenze di un errore significativo individuato nella valutazione della proporzionalità (**model error**)



Cfr. Atti Delegati:

*A method shall be considered to be **disproportionate** to the nature, scale and complexity of the risks if the error referred to in point (b) of paragraph 2 leads to a misstatement of technical provisions or their components that could influence the decisions-making or judgment of the intended user of the information relating to the value of technical provisions, **unless one of the following conditions are met:***

*(a) no other method with **a smaller error** is available and the method is not likely to result in an underestimation of the amount of technical provisions;*

*(b) the method leads to an amount of technical provisions of the insurance or reinsurance undertaking **that is higher** than the amount that would result from using a proportionate method and the method does not lead to an underestimation of the risk inherent in the insurance and reinsurance obligations that it is applied to.*

METODOLOGIE PER CALCOLARE LE RISERVE TECNICHE

2. Metodi applicati per i calcoli delle riserve tecniche **nel corso dell'anno**

- Calcolo semplificato nel corso dell'anno: Ai fini del **calcolo trimestrale** del requisito patrimoniale minimo di cui all'articolo 47-ter del Codice, **l'impresa può determinare le riserve tecniche ricorrendo a semplificazioni**, tra cui quella riportata in allegato 3, tenendo conto della valutazione del principio di proporzionalità, nei calcoli trimestrali delle riserve tecniche.
- Calcolo trimestrale della migliore stima:
 - Ai fini del calcolo trimestrale della migliore stima delle riserve tecniche, l'impresa può eseguire un calcolo evolutivo, tenendo conto dei flussi di cassa che si sono verificati e delle nuove obbligazioni sorte nel corso del trimestre. **L'impresa aggiorna le ipotesi del metodo di calcolo evolutivo quando l'analisi attuale a fronte di quella prevista indica che sono intervenute modifiche durante il trimestre (Actual vs Expected e Movement Analysis)**

METODOLOGIE PER CALCOLARE LE RISERVE TECNICHE

3. Metodologie per la valutazione delle opzioni contrattuali e delle garanzie:

- *L'impresa valuta le opzioni contrattuali e le garanzie finanziarie sulla base di metodologie attuariali e statistiche adeguate, applicabili e pertinenti, ...*
- *Approcci a formula chiusa o stocastici secondo il principio di proporzionalità*

La stima dei cash-flow in tale ambito dovrebbe essere consistente con prezzi di mercato osservabili e essere la più aggiornata possibile (le stime dovrebbero riflettere tutte le informazioni disponibili alla data di valutazione):

- catturare l'incertezza dei cash-flow futuri, considerando la probabilità e l'intensità dei risultati ottenuti dagli scenari attesi
- non distorcere la valutazione delle riserve tecniche, se essa è effettuata per model point

Un modello ideale dovrebbe riflettere sia il valore intrinseco che il time value di opzioni e garanzie:

- L'intrinsic value è il valore di esercizio dell'opzione o della garanzia ad oggi; può essere calcolato tramite una proiezione deterministica (approccio *certainty equivalent*)
- Il time value è il premio, oltre all'intrinsic value, basato sulla potenzialità che l'opzione o la garanzia aumentino di valore prima dell'esercizio. Richiede generalmente un approccio stocastico per la sua determinazione.

METODOLOGIE PER CALCOLARE LE RISERVE TECNICHE

Calcolo del time value of options and guarantees (TVOG – ad esempio garanzia di minimo)

Il time-value delle opzioni e delle garanzie finanziarie nelle polizze vita potrebbe essere catturata facendo riferimento al costo di mercato per fare “coprire” le opzioni e/o garanzie; se il prezzo di mercato non è direttamente osservabile, può essere approssimato usando tecniche di option pricing, per esempio formule chiuse come quella di Black & Scholes (metodo analitico in alternativa al modello stocastico)

- *Se i precedenti non possono essere usati, approccio (ultima ratio) basato almeno sulle analisi di:*
 - *Effetto opzioni su flussi di cassa*
 - *Analisi importo al quale opzione o garanzia è out o in the money*
 - *Valutare se il costo dell'opzione o garanzia possa variare nel tempo*
 - *Stima della probabilità che tali opzioni o garanzie possano diventare più costose nel futuro*

METODOLOGIE PER CALCOLARE LE RISERVE TECNICHE

4. Generatori di scenari economici (ESG)

- Documentazione relativa ai generatori di scenari economici
- Esternalizzazione del generatore di scenari economici
- Processo di calibrazione del generatore
- Prove di accuratezza, solidità e coerenza con il mercato
- Generatori di numeri casuali e pseudocasuali
- Appropriatezza del generatore di scenari economici nel tempo

Stochastic asset model: É basato su uno studio del comportamento di mercati (market consistent), idonei per spessore, liquidità e trasparenza, guardando alle proprietà statistiche dei diversi fattori di mercato. Il modello stima distribuzioni di probabilità correlate permettendo variazioni aleatorie in uno o più input nel tempo. Il modello produce così economic scenario files (ESF's), economic scenario generator (ESG) files (tipicamente usati come input per ALM)



ESG permette di rendere stocastica la valutazione attraverso la simulazione in termini di:

- Struttura a termine dei tassi di interesse
- Corsi azionari
- Inflazione
- Redditività degli immobili

Ogni tipologia di flusso di cassa è attualizzato mediante la stessa curva di riferimento risk free, rispetto alla quale è stato calibrato l'ESG

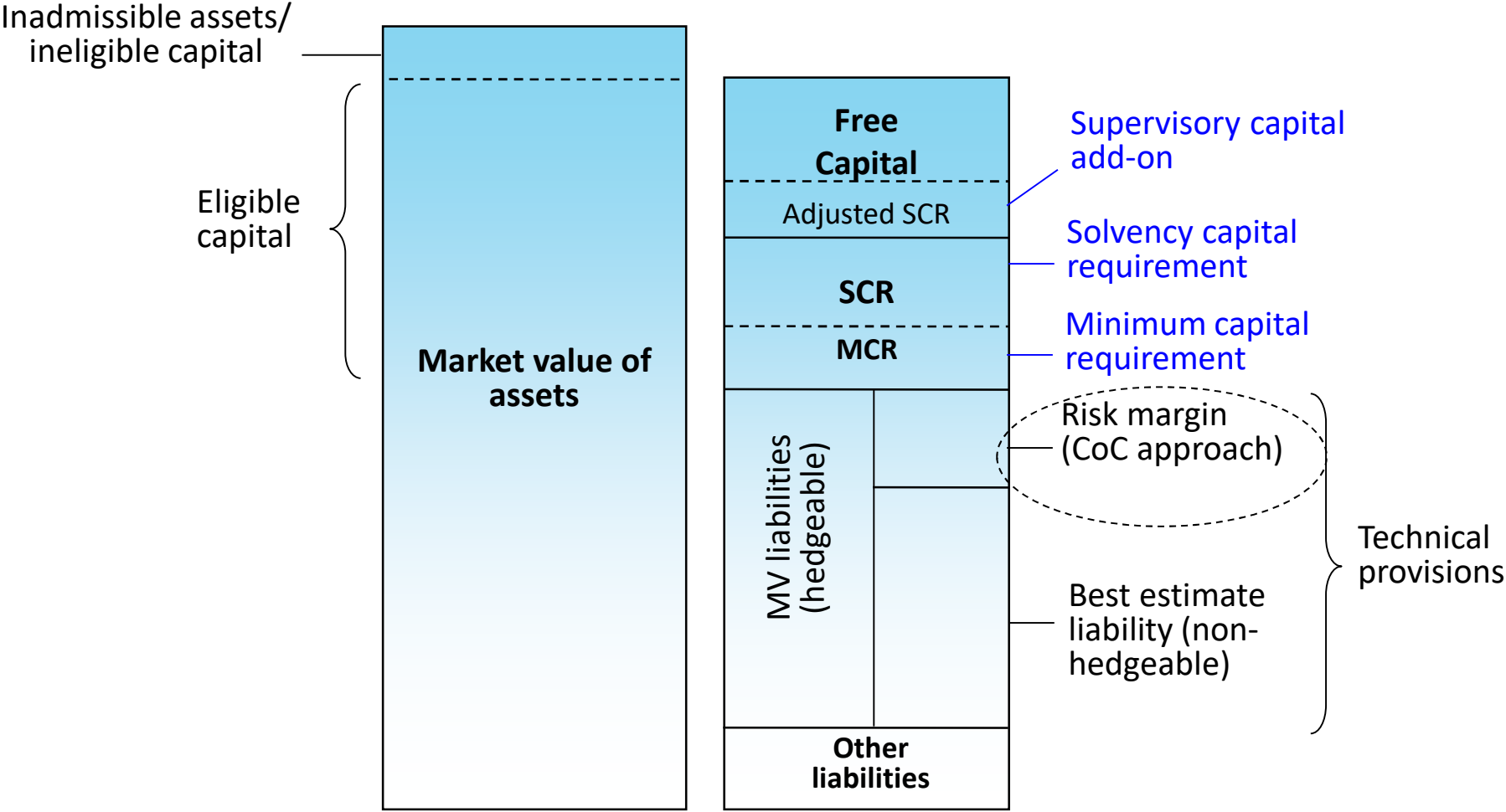
METODOLOGIE PER CALCOLARE LE RISERVE TECNICHE

5. Calcolo del margine di rischio

- Metodi di calcolo del margine di rischio
- Gerarchia dei metodi per il calcolo del margine di rischio
- Assegnazione del margine di rischio

Technical provisions

Risk margin (1/5)



Technical provisions

Risk margin (2/5)

- *Il margine di rischio 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.*
- Il calcolo del margine di rischio si deve basare sul presupposto che l'intero portafoglio dell'impresa sia trasferito ad un'impresa di riferimento vuota. Di conseguenza, il calcolo del margine di rischio deve prendere in considerazione l'effetto di diversificazione tra le linee di business:
 - L'allocazione del risk margin deve essere separata per ogni LoB
 - E' necessario proiettare i futuri SCR – sono ammesse semplificazioni
 - Al netto della riassicurazione

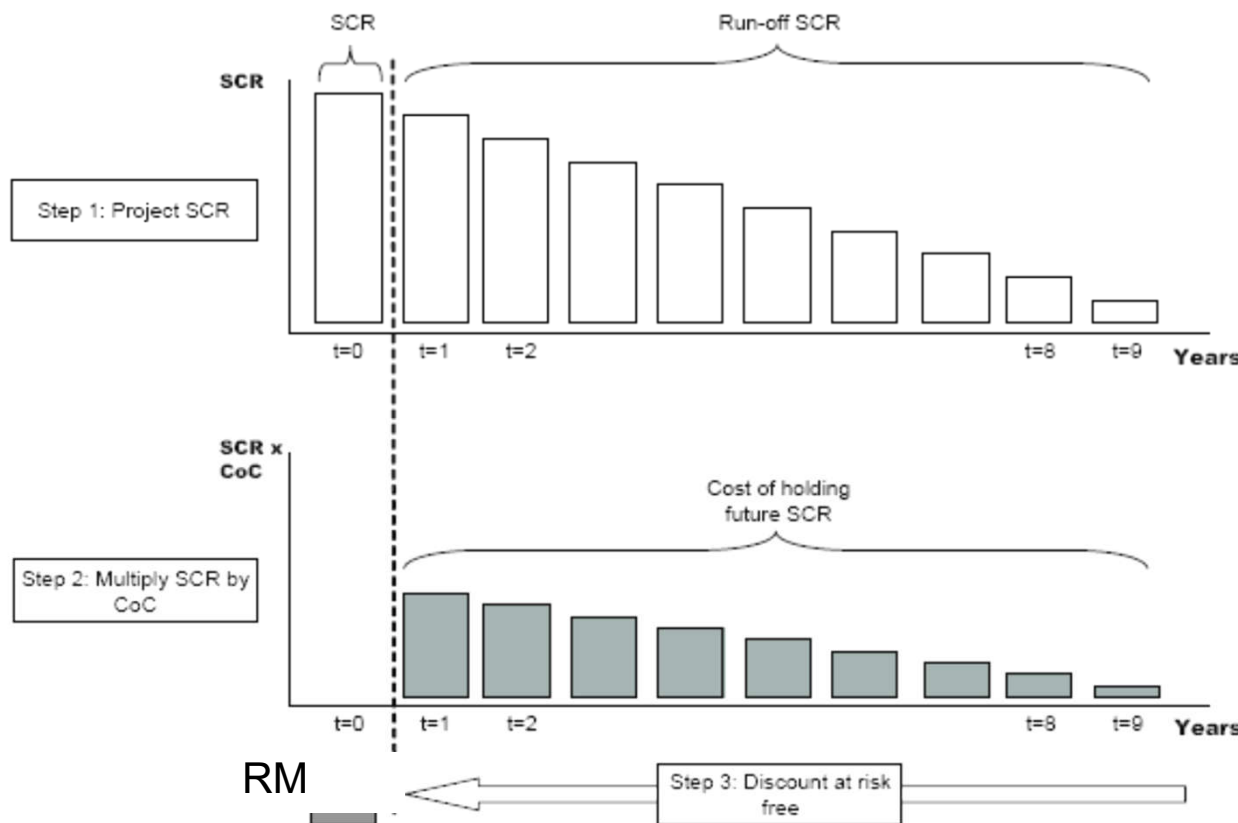
Technical provisions Risk margin (3/5)

$$RM = CoC \cdot \sum_{t \geq 0} \frac{SCR_{RU}(t)}{(1 + r_{t+1})^{t+1}}$$

- Proiezione del SCR(t)
- Applicare il tasso Cost of Capital (CoC): 6%
- Attualizzare con il risk free rate r(t)

Il tasso utilizzato nella determinazione del costo della costituzione di tale importo di fondi propri ammissibili (tasso del costo del capitale) è lo stesso per tutte le imprese di assicurazione e di riassicurazione ed è sottoposto a revisione periodica.

Il tasso del costo del capitale è pari alla maggiorazione rispetto al tasso d'interesse privo di rischio pertinente in cui un'impresa di assicurazione o di riassicurazione incorrerebbe detenendo 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 vita.



Technical provisions - Risk margin (4/5)

Problemi pratici

Fonte (England P., 2011)

- *Risk margin = function of current and future SCRs*
- *SCR = 99.5% VaR of the 'basic own funds' of an insurance undertaking over a 1 year time period*
 - *Calculate for all future time periods, needs re-reserving*
 - *Standard formula vs internal model*
- *Risk Margin and SCR – which first?*
 - *The calculation of the SCR requires the calculation of the Risk Margin which in turn requires knowing the future capital (SCR)*
 - *Risk margin = function(SCR)*
 - *SCR = function (Technical provisions)*
 - *= function (Best estimate + Risk Margin)*
 - *Solution is to assume that SCR = function (Best estimate)*

Technical provisions Risk margin (5/5)

Semplificazioni previste dal Reg. IVASS 18

- *Gerarchia dei metodi (allegato 4 del Reg. Ivass 18):*
 1. *Metodo 1) - Generare **approssimazioni dei singoli rischi o sottorischii** all'interno di alcuni o di tutti i moduli e sottomoduli da utilizzare per il calcolo dei futuri requisiti patrimoniali*
 2. *Metodo 2) - Generare **approssimazioni dell'intero requisito patrimoniale di solvibilità per ogni anno futuro** di cui all'articolo 58, lettera a), degli Atti delegati, utilizzando, tra l'altro, **il rapporto tra la migliore stima in quell'anno futuro e la miglior stima alla data di valutazione***
 3. *Metodo 3) - Generare **approssimazioni della somma attualizzata di tutti i futuri requisiti patrimoniali di solvibilità in una sola fase**, senza approssimazioni dei requisiti patrimoniali di solvibilità per ogni anno futuro separatamente, di cui all'articolo 58, lettera b), degli Atti delegati, utilizzando, tra l'altro, **la duration modificata** delle passività assicurative come fattore di proporzionalità*
 4. *Metodo 4) - Generare **approssimazioni del margine di rischio** calcolandolo come **percentuale della migliore stima***
- *Calcolo semplificato nel corso dell'anno (allegato 3 del Reg. Ivass 18) in funzione del **rapporto tra la migliore stima in quell'anno futuro e la miglior stima alla data di valutazione***

METODOLOGIE PER CALCOLARE LE RISERVE TECNICHE

6. Calcolo delle riserve tecniche come elemento unico

- Affidabilità della replicazione
- Turbative nel breve periodo
- Scomposizione delle obbligazioni

Sotto le condizioni previste dal Reg. Ivass n. 18, se i cash flow futuri associati ai contratti possono essere replicati in modo affidabile utilizzando strumenti finanziari (stesso importo e variabilità simile) il valore delle TP associato a questi cash flow dovrebbe essere determinato sulla base del valore di mercato di tali strumenti. In tal caso non è richiesto un calcolo separato di best estimate e risk margin (**as whole**)



Esempi di non ammissibilità:

- Spese o costi di acquisizione che non consentono la replicabilità
- Presenza del rischio demografico (non è ammesso ad es. per le TCM)

METODOLOGIE PER CALCOLARE LE RISERVE TECNICHE

7. Premi futuri

- Flussi di cassa relativi a premi futuri e crediti verso assicurati per premi
 - Nel calcolo della migliore stima, le imprese individuano i flussi di cassa per premi futuri in coerenza con i limiti di un contratto alla data di valutazione e includono nel calcolo delle passività **i flussi di cassa per premi futuri** in scadenza dopo la data di valutazione → UNEARNED AND UNINCEPTED ELEMENTS (FUTURE EXPOSURE – PER CALCOLO RISERVA PREMI)
 - Le imprese iscrivono nel bilancio di solvibilità i crediti verso assicurati per premi esigibili entro la data di valutazione fino al relativo incasso → EARNED ELEMENT (PAST EXPOSURE – PER CALCOLO RISERVA SINISTRI)

- *Il calcolo della best estimate deve includere solo flussi di cassa futuri connessi alle obbligazioni all'interno dei boundary (**limiti**) del contratto:*

Se la compagnia ha, ad una data futura,

- *un diritto unilaterale di terminare il contratto*
- *un diritto unilaterale di rifiutare i premi che appartengono al contratto o*
- *un diritto unilaterale di modificare i premi o i benefici*

ogni impegno relativo al contratto assicurativo dopo tale data non appartiene al contratto

Se il contratto

- *non fornisce compensi per un determinato evento incerto che possa danneggiare l'assicurato*
- *non include una garanzia finanziaria*

le obbligazioni relative ai premi che non sono ancora stati pagati non appartengono al contratto

Unincepted business

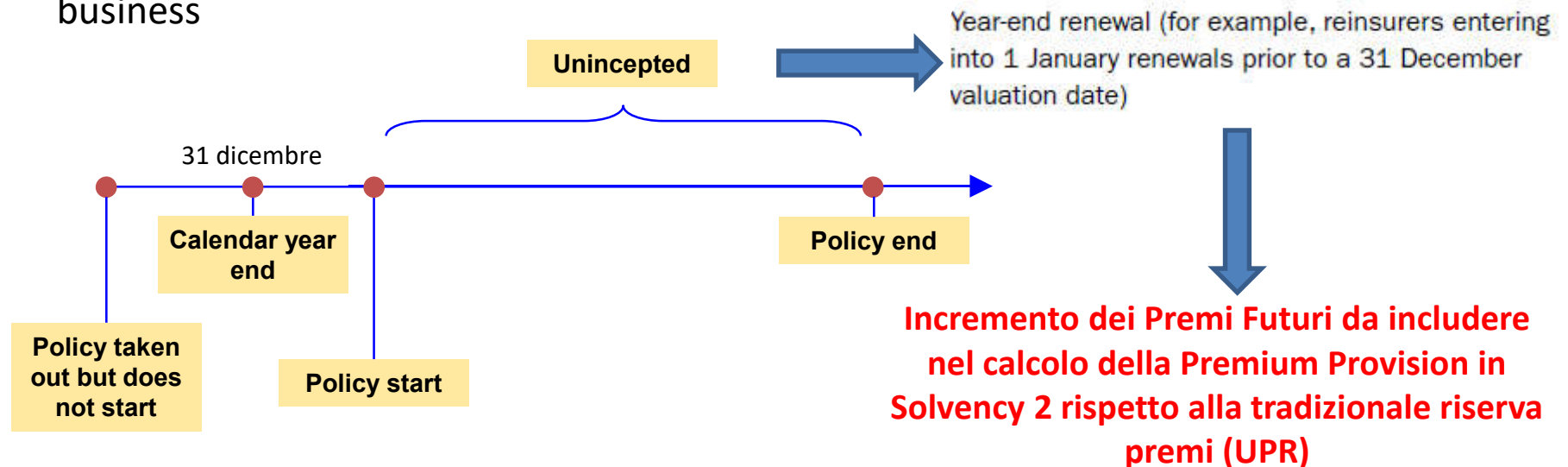
(effetto sulla riserva premi)

- Business “legally-obliged” (es. tacito rinnovo, rinnovo contratti riassicurativi)
- Sottoscritto prima della data di valutazione...ma relativo ad un rischio successivo alla data di valutazione stessa
 - Obbligazione contrattuale alla data di valutazione
 - Contract boundary (limiti contrattuali)
- In pratica, un'estensione del concetto di unearned business

Fonte: Towers Watson 2010

Non-life: legal obligations basis for unincepted contracts

Legally-obliged unincepted contracts are those which have not yet incepted, but the corresponding liabilities cannot be waived or reduced by the company as of the valuation date. Under Solvency II (and for QIS5), such business must be included within the technical provision assessment. This is a relatively new concept that many companies have yet to consider in detail.

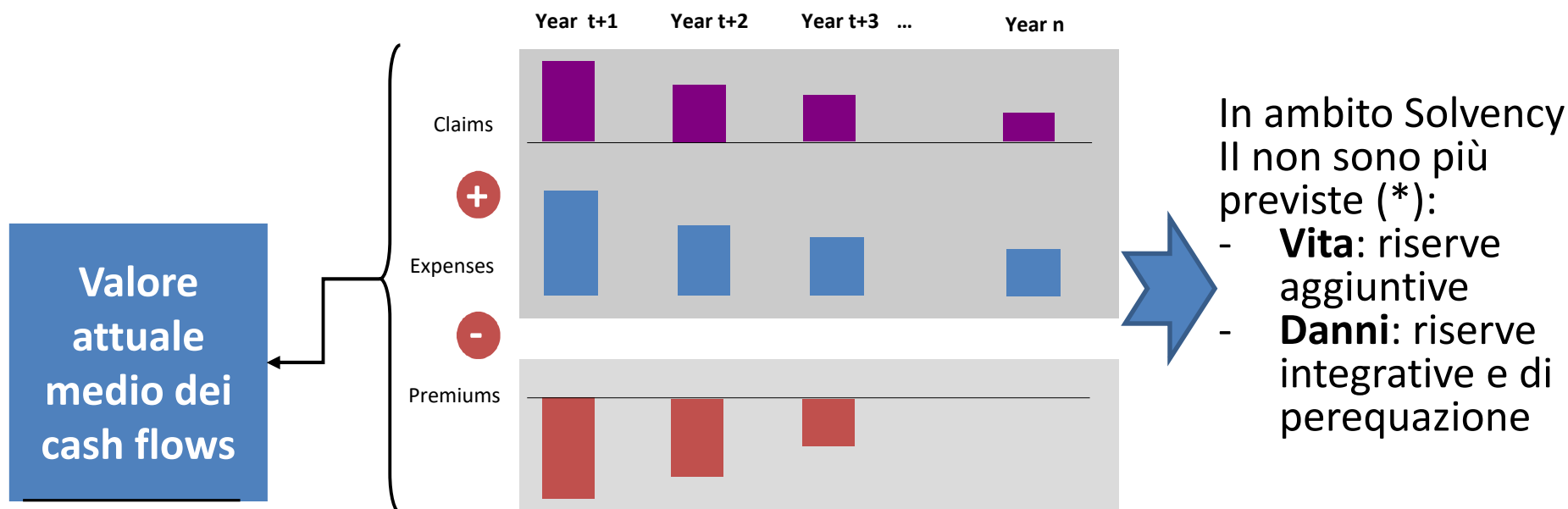


METODOLOGIE PER CALCOLARE LE RISERVE TECNICHE

8. Calcolo delle riserve (Best Estimate)

- Calcolo delle riserve per sinistri avvenuti e denunciati
- Riserva per sinistri avvenuti ma non ancora denunciati (IBNR)
- Metodi per la valutazione delle spese di liquidazione dei sinistri non direttamente imputabili (ULAE - Unallocated Loss Adjustment Expense - prevista semplificazione nell'allegato 5 del Reg. IVASS n. 18 derivata dal metodo di Kittel)
- Calcolo della riserva premi (Premium Provision)
- Considerazioni per le proiezioni dei costi dei sinistri
- Incertezza sul comportamento del contraente

Best Estimate (migliore stima)



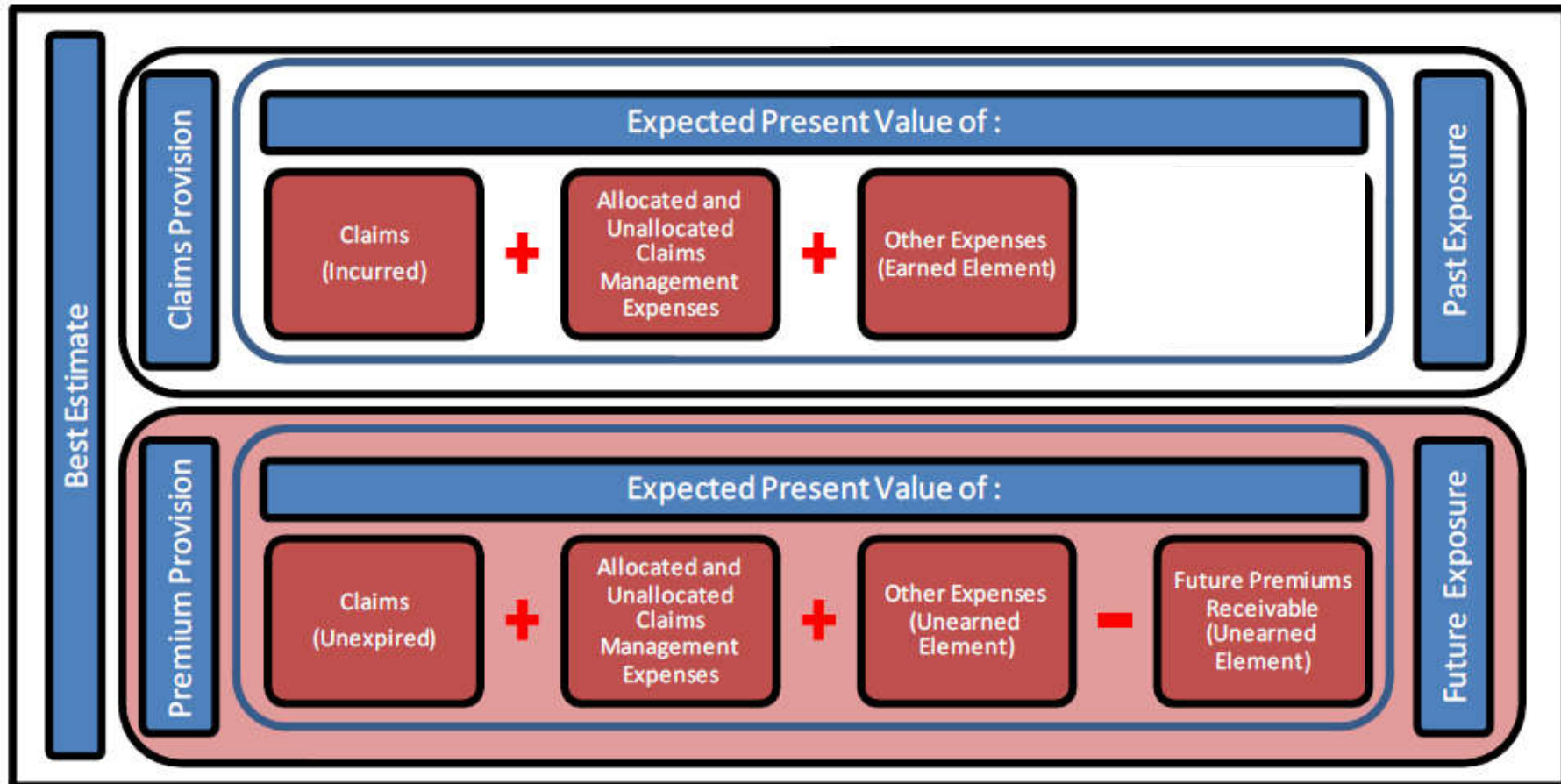
La migliore stima corrisponde alla media dei flussi di cassa futuri ponderata con la probabilità, tenendo conto del valore temporale del denaro (discounting) sulla base della pertinente struttura per scadenza dei tassi di interesse privi di rischio. Utilizzo di informazioni aggiornate e credibili, ipotesi realistiche e metodi attuariali attuariali e statistici adeguati, applicabili e significativi

(*) Bianchi, 2011 (Cfr.): *Ogni riserva aggiuntiva rappresenta una visione **asimmetrica** dei flussi di cassa futuri laddove vengono presi in considerazione solo i casi sfavorevoli senza compensazione con i casi favorevoli → Solvency II impone valutazioni simmetriche*

Best Estimate – Modelli di valutazione

- Simulativi – (business con future discretionary bonus, bootstrapping, ecc.)
- Analitici – (Black & Scholes nel vita e Mack model nel danni)
- Deterministici – (scenario testing)
- Combinazione dei precedenti

Best Estimate – Esempio polizze danni



Best Estimate – Claim Provision (Riserva Sinistri)

Regolamento IVASS n. 18

Calcolo della **riserva per sinistri avvenuti e denunciati**

1. L'impresa costituisce la riserva per sinistri avvenuti e denunciati senza tener conto dei seguenti elementi:
 - a) la riserva per sinistri avvenuti ma non ancora denunciati alla chiusura dell'esercizio (IBNR);
 - b) le spese non direttamente imputabili ai singoli sinistri denunciati.
2. Per il calcolo della riserva di cui al comma 1, l'impresa può, tra gli altri, utilizzare uno dei seguenti metodi:
 - a) metodologia basata sul **numero e sul costo medio dei sinistri da pagare** (valida per rami short-tail con costo medio stabile);
 - b) stima che si basa su una **valutazione analitica** separata del costo di ciascun sinistro (riserva d'inventario per rami ad es. con scarsa numerosità e elevata variabilità dei costi).

Riserva per sinistri avvenuti **ma non ancora denunciati (IBNR)**

1. La riserva per sinistri avvenuti ma non ancora denunciati comprende l'ammontare complessivo delle somme che risultano necessarie per far fronte al pagamento dei sinistri avvenuti, nell'esercizio stesso o in quelli precedenti, ma non ancora denunciati alla data delle valutazioni nonché alle relative spese di liquidazione.
2. Se l'impresa utilizza **tecniche attuariali** per stimare la riserva di cui al comma 1, **valuta l'idoneità delle ipotesi alla base della tecnica impiegata, o la necessità di apportare aggiustamenti ai modelli di sviluppo per riflettere adeguatamente l'evoluzione futura prevedibile.**

Best Estimate – Premium Provision (Riserva Premi)

Regolamento IVASS n. 18

Le **riserve premi** alla data di valutazione comprendono la valutazione di tutte le obbligazioni rilevate entro il **limite** di un contratto, per tutta l'esposizione a futuri eventi di sinistri, dove:

- a) la copertura ha avuto inizio prima della data di valutazione;
- b) la copertura non ha avuto inizio prima della data di valutazione, ma l'impresa ha sottoscritto un contratto che fornisce la copertura.

L'impresa può applicare la **semplificazione** di cui all'allegato 6 del Reg. IVASS n. 18.

L'impresa assicura che nel caso in cui il valore attuale degli afflussi di cassa futuri superi il valore attuale dei deflussi di cassa futuri, la riserva premi, escluso il margine di rischio, sia **negativa**.



A) Considerazioni per le proiezioni dei costi dei sinistri

L'impresa valuta adeguatamente i flussi di cassa per i sinistri inclusi nella riserva premi. A tal fine tiene conto dell'incidenza prevista del costo dei sinistri futuri, compresa la valutazione della probabilità di **sinistri infrequenti** e particolarmente costosi e di **sinistri latenti (ENID – binary events)**.

B) Incertezza sul comportamento del contraente

Ai fini della valutazione della riserva premi, l'impresa tiene conto della possibilità che i contraenti possano esercitare le opzioni contrattuali per estendere, rinnovare, annullare o estinguere il contratto prima del termine di copertura fornito.

Claims Provision / Premium Provision

- Cash-flow Futuri

	Earned	Unearned	Unincepted
Sinistri	-	-	-
Premi	+	+	+
Spese	-	-	-
$\Sigma =$	Claims provision	Premium provision	

ALLEGATO 6 del Reg. IVASS n. 18: SEMPLIFICAZIONE per la riserva premi

Questa semplificazione per ottenere la migliore stima della riserva premi si basa sulla stima del **Combined Ratio** dell'area di attività in questione. Sono necessarie le seguenti informazioni di input:

- a) stima del *Combined Ratio* per l'area di attività durante il periodo di run-off della riserva premi; **CR = (sinistri + spese correlate ai sinistri) / (premi acquisiti al lordo delle spese di acquisizione)**
- b) **PVFP** = valore attuale dei premi futuri per le obbligazioni sottostanti (nella misura in cui i premi futuri rientrano nei limiti contrattuali – attualizzati secondo i tassi previsti dalla normativa);
- c) **VM** = misura del volume dei premi non acquisiti al lordo delle spese di acquisizione; si riferisce all'attività avviata alla data di valutazione e rappresenta i premi per tale attività avviata meno i premi che sono stati già acquisiti nei confronti di detti contratti (determinati su base pro rata temporis).
- d) **AER** = stima del coefficiente delle spese di acquisizione per area di attività

$$BE = CR * VM + (CR-1) * PVFP + AER * PVFP$$

esempio

BE	- 90,0	-	90,0	150,0
CR	30%	60%	90%	110%
VM	100	100	100	100
PVFP	200	200	200	200
AER	10%	10%	10%	10%

ALLEGATO 5 del Reg. IVASS n. 18: SEMPLIFICAZIONE per la riserva ULAE

Metodo di Kittel

Questa semplificazione, basata sulla stima delle spese di liquidazione dei sinistri come percentuale della riserva sinistri complessiva, è calcolata secondo la seguente formula applicata a ciascuna area di attività:

$$\text{Riserva per spese di liquidazione indirette} = R \cdot (\text{IBNR} + a \cdot \text{PCO_reported})$$

dove:

R: media semplice o ponderata di R_i per un periodo sufficiente di tempo

R_i : (spese di liquidazione per sinistri pagati) / (sinistri lordi + surroghe)

IBNR: riserva per IBNR

a: percentuale predefinita della riserva sinistri

PCO_reported: riserva sinistri in essere al lordo della riassicurazione

METODOLOGIE PER CALCOLARE LE RISERVE TECNICHE

9. Calcolo degli utili attesi nei premi futuri (EPIFP)

- Ai fini del calcolo di cui all'articolo 260 degli Atti delegati, l'impresa ripartisce le obbligazioni assunte tra quelle imputabili ai premi già versati e quelle imputabili ai premi esigibili in futuro relativi ai contratti esistenti
- Ai fini del calcolo delle riserve tecniche senza margine di rischio in base all'ipotesi secondo la quale i premi relativi ai contratti esistenti la cui riscossione è attesa in un momento futuro non siano riscossi, l'impresa applica lo stesso metodo attuariale utilizzato per calcolare le riserve tecniche senza margine di rischio apportando esclusivamente le seguenti modifiche alle ipotesi:
 - a) le polizze dovrebbero essere trattate come se fossero in essere anziché essere considerate cessate;
 - b) indipendentemente dalle condizioni giuridiche o contrattuali applicabili al contratto, il calcolo non include sanzioni, riduzioni o qualsiasi altro tipo di aggiustamento alla valutazione attuariale delle riserve tecniche senza margine di rischio, come se la polizza continuasse a essere in vigore

METODOLOGIE PER CALCOLARE LE RISERVE TECNICHE

10. Metodologie per calcolare gli **importi recuperabili (recoverables)** dai **contratti di riassicurazione e società veicolo (SPV)**

- La BE viene calcolata al lordo della riassicurazione
- Le somme a carico dei riassicuratori sono calcolate:
 - separatamente e imputate nell'attivo dello Stato Patrimoniale
 - secondo gli stessi principi delle riserve lorde
 - considerando il payment pattern del riassicuratore
 - tenendo conto della probabilità di default del riassicuratore (aggiustamento recoverables)
- Possibilità di semplificazioni per riserve sinistri e riserve premi

Semplificazioni per calcolo Recoverables

Riserve Sinistri

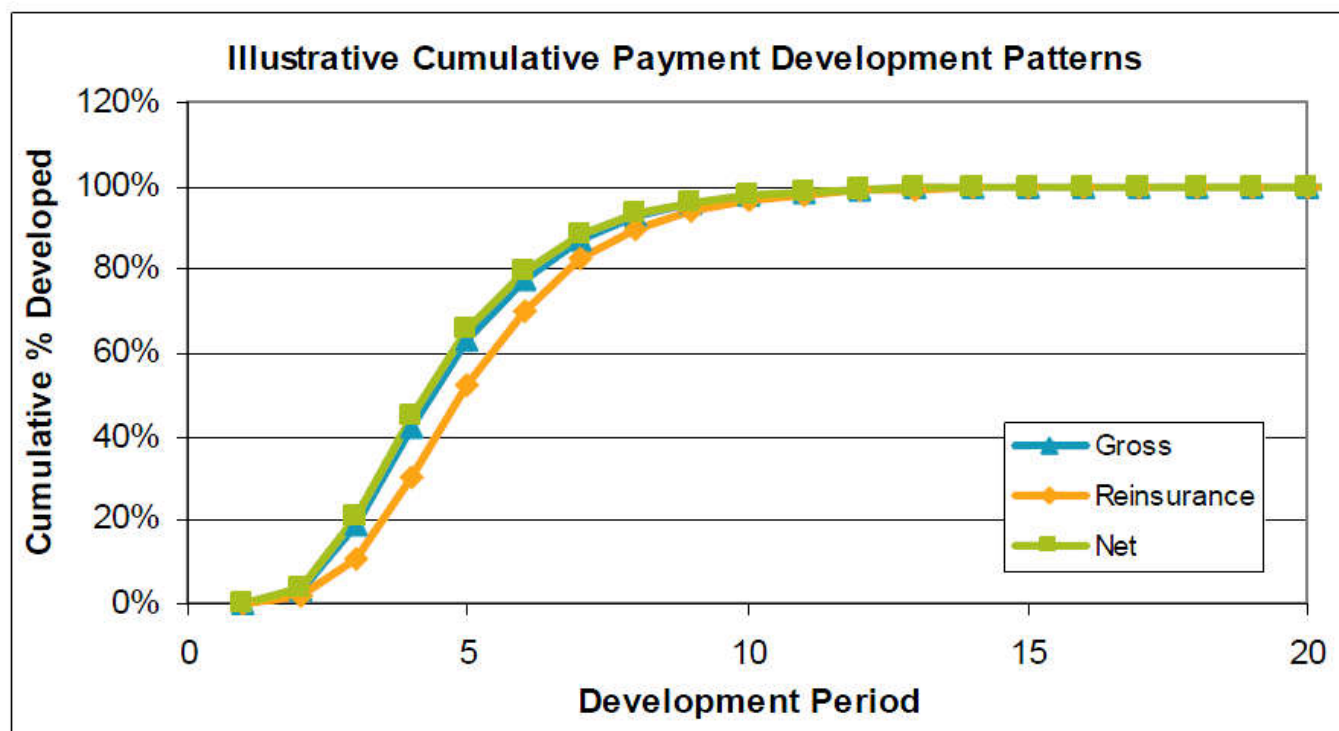
Gli importi recuperabili da contratti di riassicurazione per il calcolo della riserva per sinistri da pagare, devono essere calcolati mediante tecniche **gross to net** distinte per ogni anno di accadimento o per ogni anno di sottoscrizione non ancora estinto.

Riserve Premi

Le semplificazioni *gross to net* possono essere utilizzate anche per il calcolo degli importi recuperabili in relazione alle **riserve premi**, ossia le riserve per sinistri coperti, ma non ancora accaduti relative al corrente anno di accadimento (con $i=n+1$), utilizzando nel calcolo l'anticipazione della parte proporzionale della copertura riassicurativa per il suddetto anno.

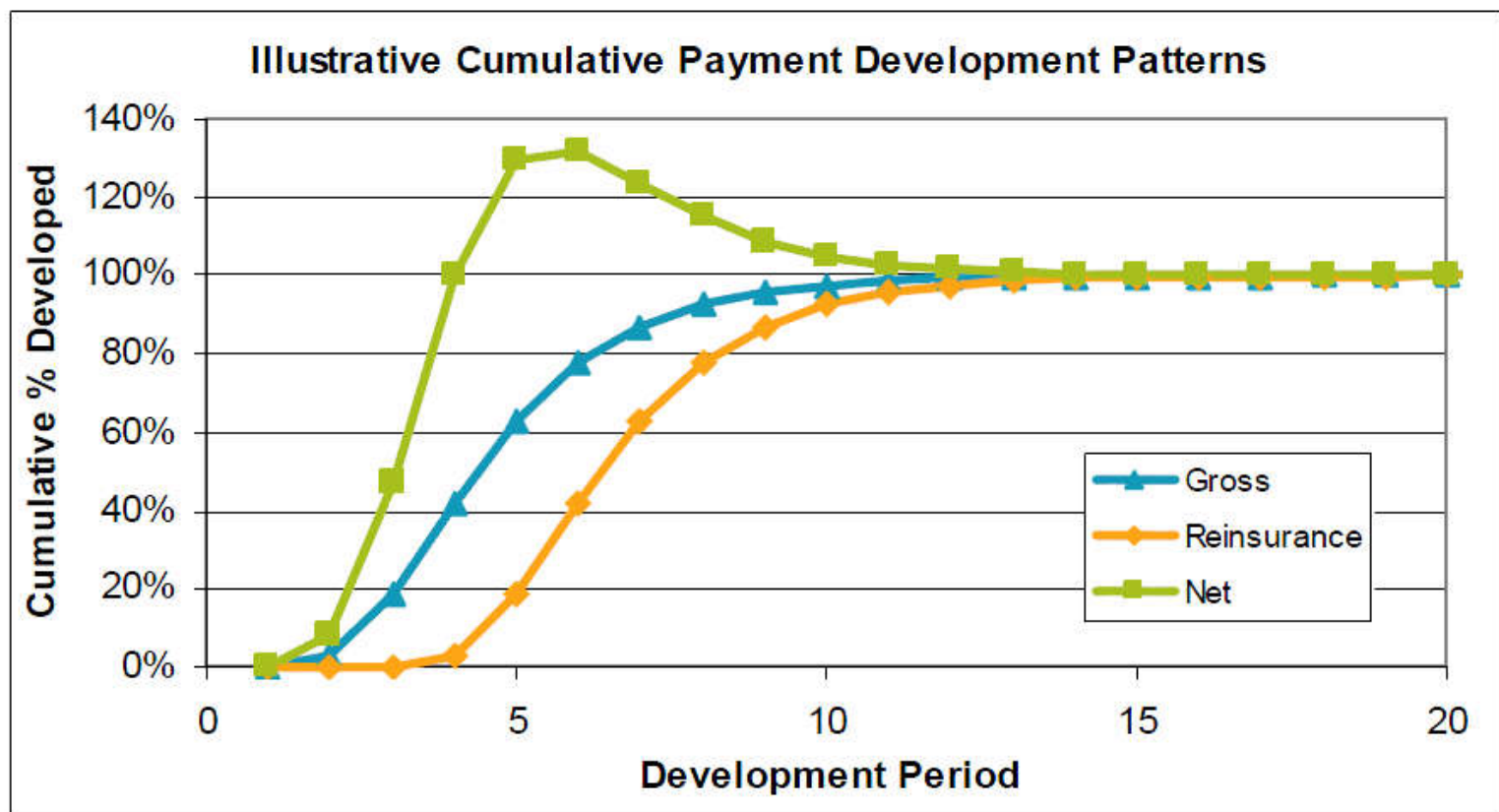
Recoverables – si veda LLOYDS (2011)

- **Simplifications in calculation of recoverables (ass. Danni):** possibilità di utilizzare lo stesso claim pattern dei pagamenti diretti
- Ipotesi da verificare: incidenza della riassicurazione poco significativa e sussiste un piccolo lag temporale tra pagamenti lordi e recoverables dalla riassicurazione
- Il grafico evidenzia un caso in cui l'ipotesi precedente é verificata.



Recoverables – si veda LLOYDS (2011)

- Il grafico successivo evidenzia un caso in cui tale semplificazione non dovrebbe essere usata



Aggiustamento Recoverables

L'impresa ha la facoltà di ricorrere al calcolo semplificato di cui all'articolo 61 degli Atti delegati nell'ipotesi che la probabilità d'inadempienza della controparte rimanga realisticamente costante nel tempo.

Simplified calculation of the counterparty default adjustment

Without prejudice to Article 56 of this Regulation, insurance and reinsurance undertakings may calculate the adjustment for expected losses due to default of the counterparty, referred to in Article 81 of Directive 2009/138/EC, for a specific counterparty and homogeneous risk group to be equal as follows:

$$Adj_{CD} = -\max\left(0.5 \cdot \frac{PD}{1-PD} \cdot Dur_{mod} \cdot BE_{rec}; 0\right)$$

where:

- (a) PD denotes the probability of default of that counterparty during the following 12 months;
- (b) Dur_{mod} denotes the modified duration of the amounts recoverable from reinsurance contracts with that counterparty in relation to that homogeneous risk group;
- (c) BE_{rec} denotes the amounts recoverable from reinsurance contracts with that counterparty in relation to that homogeneous risk group.

METODOLOGIE PER CALCOLARE LE RISERVE TECNICHE

11. Principi generali in materia di metodologie per il calcolo delle riserve tecniche

Nel valutare se il periodo di proiezione e la tempistica dei flussi di cassa durante l'anno utilizzati nel calcolo delle riserve tecniche sono proporzionali, l'impresa considera almeno le seguenti caratteristiche:

- a) il grado di omogeneità dei flussi di cassa;
- b) la misura in cui i flussi di cassa futuri possono essere stimati (livello di incertezza);
- c) la natura dei flussi di cassa.

Conclusioni sulle Technical Provisions in Solvency II

Alcuni dati statistici – fonte IVASS

Tavola 6a – Riserve tecniche danni per *LoB* al 30 giugno 2019

(milioni di euro e valori percentuali)

	<i>BE Premium</i>	<i>BE Claim</i>	<i>Risk margin</i>	<i>Totale</i>	<i>Δ Tot 2019/2018</i>
Spese mediche	798	1.185	73	2.056	12,5%
Protezione del reddito	1.023	1.853	153	3.033	4,6%
Risarcimento dei lavoratori	0	0	0	0
Responsabilità civile autoveicoli	4.432	18.248	807	23.488	-1,4%
Altre assicurazioni	1.211	620	68	1.899	13,1%
Assicurazione marittima, aeronautica e trasporti	145	776	27	948	9,4%
Incendio e altri danni a beni	2.408	3.796	274	6.478	3,5%
Responsabilità civile generale	858	9.589	525	10.972	-4,4%
Credito e cauzione	417	990	78	1.485	-4,7%
Tutela giudiziaria	64	433	22	519	2,5%
Assistenza	146	154	16	316	10,7%
Perdite pecuniarie di vario genere	537	313	49	899	11,0%
Totale	12.040	37.956	2.093	52.093	-0,2%

Conclusioni sulle Technical Provisions in Solvency II

Alcuni dati statistici – fonte IVASS

Tavola 6b – Riserve tecniche danni per *LoB* al 30 giugno 2020

(milioni di euro)

	<i>BE</i> <i>Premium</i>	<i>BE</i> <i>Claim</i>	<i>Risk</i> <i>margin</i>	Totale	Δ Tot 2020/2019
Spese mediche	820	1.211	70	2.100	2,2%
Protezione del reddito	1.101	1.884	163	3.150	3,9%
Risarcimento dei lavoratori	0	0	0	0	0,0%
Responsabilità civile autoveicoli	4.136	16.955	716	21.807	-7,2%
Altre assicurazioni	1.188	597	67	1.852	-2,5%
Assicurazione marittima, aeronautica e trasporti	152	718	31	900	-5,1%
Incendio e altri danni a beni	2.555	3.822	295	6.671	3,0%
Responsabilità civile generale	817	9.102	487	10.405	-5,2%
Credito e cauzione	396	945	79	1.420	-4,4%
Tutela giudiziaria	67	434	18	519	0,0%
Assistenza	164	131	13	307	-2,8%
Perdite pecuniarie di vario genere	519	264	48	831	-7,5%
Totale	11.913	36.062	1.986	49.963	-4,1%

Le due componenti delle *best estimate* per le maggiori *line of business* (*LoB*) “Responsabilità civile auto” e “Responsabilità civile generale” si sono ridotte, rispettivamente, del -13,8% e del -9,9%. Per la *LoB* “Incendio” si segnala un incremento pari al +6,1% della componente premi, mentre risulta quasi invariata la componente sinistri; la *LoB* “Protezione del reddito” evidenzia, rispettivamente, una crescita della *best estimate* “premi” del +7,6% e della *best estimate* “sinistri” del +1,7% (tavv. 6a e 6b).

Conclusioni sulle Technical Provisions in Solvency II

1) Pagamenti x sinistri (OutStanding + IBNER + IBNR)

2) Pagamenti per sinistri futuri (per rischi già “iniziati”)

- Sostituisce la Unearned Premium Reserve (UPR)

3) Pagamenti per sinistri futuri (per rischi non ancora “iniziati”)

4) Premi relativi all’earned business

- Sono tipicamente aggiustamenti di premio (es. sopravvenienze su crediti verso assicurati per premi di prima annualità precedentemente svalutati o annullati)

5) Premi relativi all’unearned business

- Sono premi non ancora dovuti

6) Premi relativi all’unincepted business

- O parte di essi, basato sul contract boundary

	Earned	Unearned	Unincepted
Claims	- 1	- 2	- 3
Premiums	+ 4	+ 5	+ 6
Expenses	-	-	-

Differenze con local accounting:

- **Rimozione dei “margin” (100% Unexpired Risk Reserve-riserva rischi in corso)**
- **Inclusione dei premi futuri e dell’unincepted business**
- **Attualizzazione**
- **Inclusione di Events Not In Data (ENIDs)**
- **Counterparty default adjustment**
- **Variazione nella classificazione delle spese**
- **Inclusione del Risk margin**

Conclusioni sulle Technical Provisions in Solvency II

Il valore delle riserve tecniche corrisponde **all'importo attuale** che le imprese di assicurazione e di riassicurazione dovrebbero pagare **se dovessero trasferire le loro obbligazioni di assicurazione e di riassicurazione immediatamente ad un'altra impresa di assicurazione o di riassicurazione.**

Il valore delle Riserve Tecniche è pari alla somma di **Best Estimate e Risk Margin.**

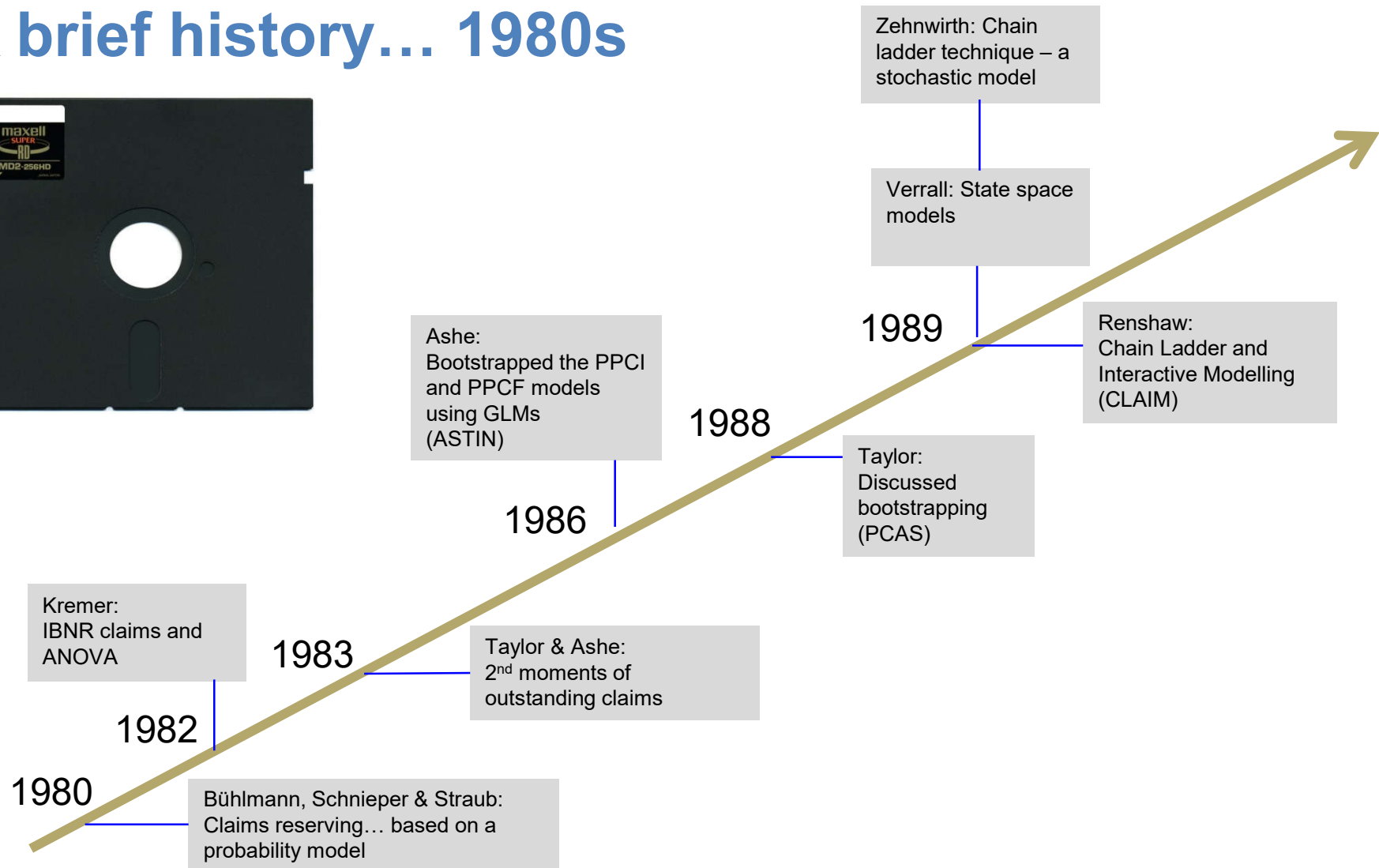
a. La **Best Estimate** corrisponde alla media dei flussi di cassa futuri ponderata per la probabilità, tenendo conto del valore temporale del denaro (valore attuale atteso dei flussi di cassa futuri) sulla base della pertinente struttura per scadenza dei tassi di interesse privi di rischio.

2. Il **Risk Margin** 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.

Il regime Solvency II ha dato quindi un nuovo impulso all'evoluzione delle metodologie da applicare ai fini del calcolo delle riserve tecniche

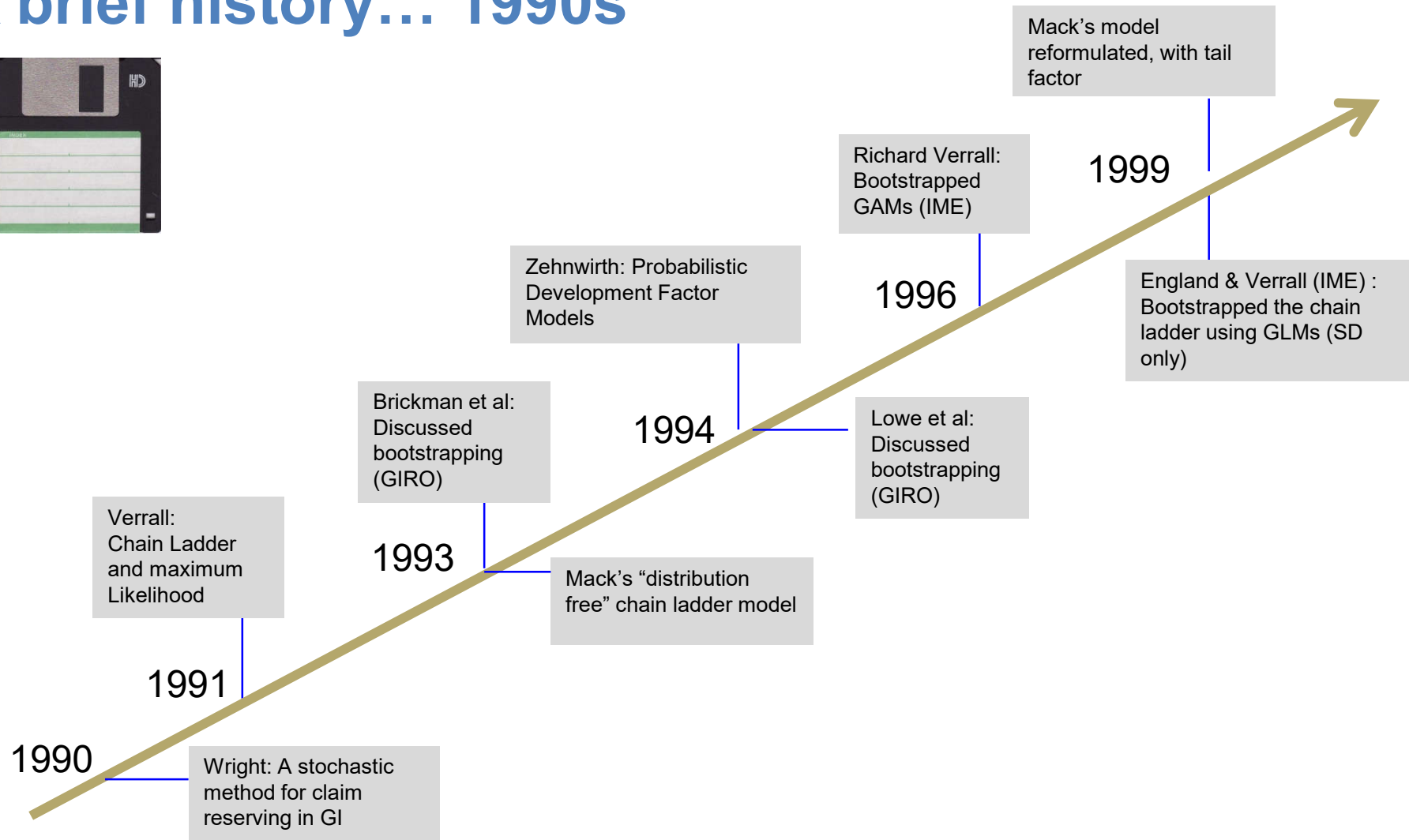
Conclusioni

A brief history... 1980s



Conclusioni

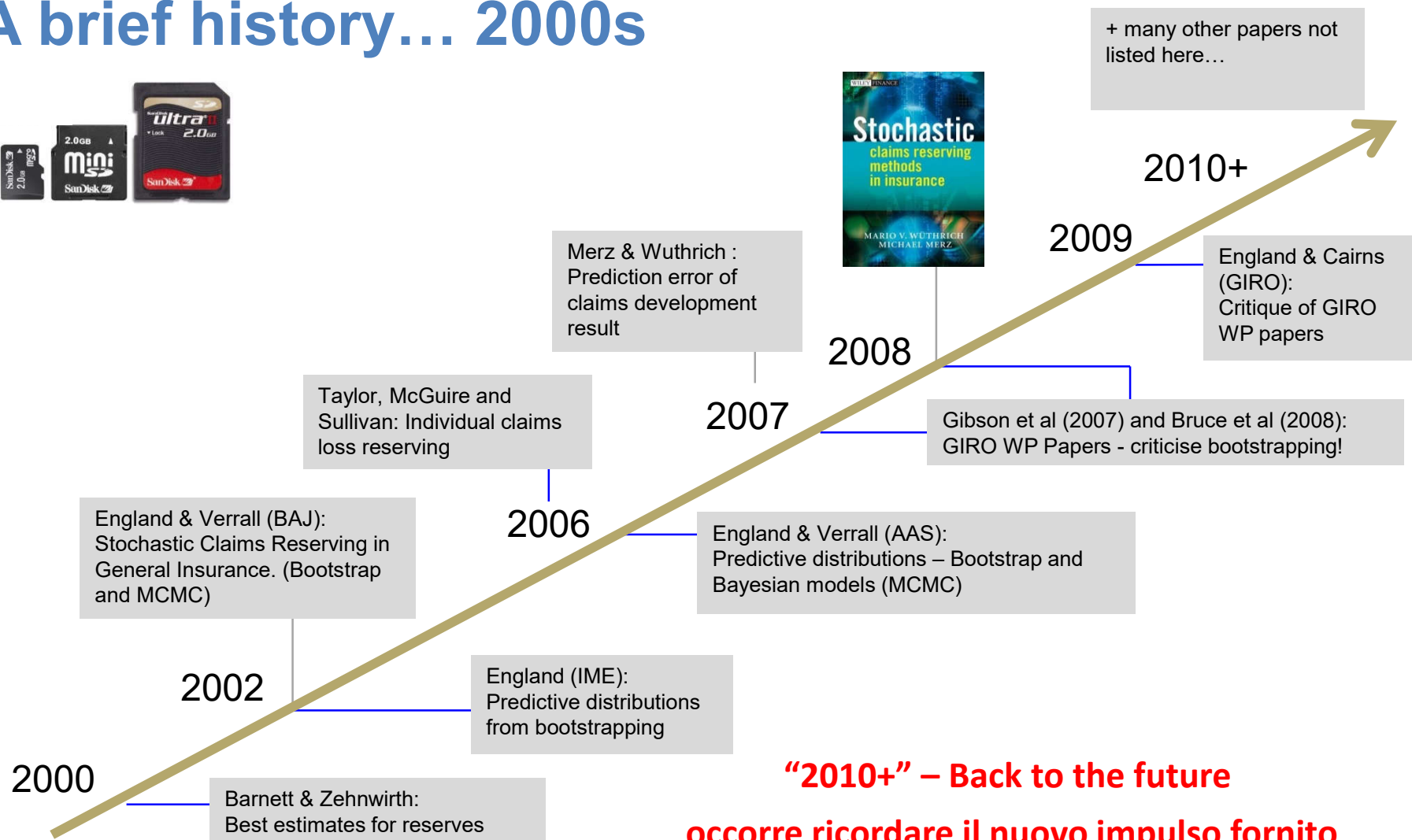
A brief history... 1990s



Fonte: England P. (2013, GIRO conference)

Conclusioni

A brief history... 2000s



Fonte: England P. (2013, GIRO conference)

“2010+” – Back to the future
occorre ricordare il nuovo impulso fornito dalle tecniche di Machine Learning al cosiddetto Individual Claim Reserving (non presentato per brevità in questo corso) 82

Principali riferimenti bibliografici

ARBENZ P., SALZMANN R. (2010) A robust distribution-free loss reserving method with weighted data- and expert-reliance. <http://www.risklab.ch/hclmethod>

Cavastracci S., Tripodi A. (2017): "*Modello overdispersed Poisson: formula chiusa per la stima GLM della volatilità one year della riserva sinistri*". Quaderno IVASS n. 9

CEIOPS (2010), "*QIS5 Technical Specifications*", Brussels, 5 July 2010

Cerchiara R.R. (2013), "*Come migliorare l'assorbimento di capitale?*", Proceedings of Congress "Quali sono le leve per un impiego più efficiente del capitale nel business danni", Towers Watson, Milano, Italy, 26 March 2013

Cerchiara R.R., Magatti V. (2014), "*Undertaking Specific Parameters or a Partial Internal Model under Solvency 2?*", Atti del Congresso Internazionale degli Attuari, Washington D.C.

Cerchiara R.R., Demarco V. (2016), "*Undertaking specific parameters under solvency II: reduction of capital requirement or not?*", European Actuarial Journal, http://link.springer.com/article/10.1007/s13385-016-0139-6?wt_mc=Internal.Event.1.SEM.ArticleAuthorOnlineFirst

Cerchiara R.R., Jain S., Scarth R. (2020): "A Practitioner's Introduction to Stochastic Reserving- One Year View" <https://www.actuaries.org.uk/system/files/field/document/A-Practitioners-Introduction-One-Year-View.pdf>

Principali riferimenti bibliografici

Daykin, C.D., Pentikainen, T., Pesonen, M. (1994), *“Practical Risk Theory for Actuaries”*, 2nd edition, Boca Raton, Chapman & Hall/CRC

Dal Moro E., Lo J. (2015), *“An Industry Question: The Ultimate And One-year Reserving Uncertainty For Different Non-life Reserving Methodologies”*, ASTIN Bulletin, 44, 3, 495-499

De Felice M., Moriconi F. (2015), *“Sulla stima degli Undertaking Specific Parameters e la verifica delle ipotesi”*, Working Paper n. 9, Università di Perugia

EIOPA (2011), *“Calibration of the Premium and Reserve Risk Factors in the Standard Formula of Solvency II”*, Report of the Joint Working Group on Non-Life and Health NSLT Calibration, 12 December

EIOPA (2012), *“Technical Specifications for the Solvency II valuation and Solvency Capital Requirements calculations (Part I)”*, EIOPA-DOC-12/362, 18 October 2012

EIOPA (2014), *“The underlying assumptions in the standard formula for the Solvency Capital Requirement calculation”*, Frankfurt am Main

England P.D., Verrall R.J. (2002), *“Stochastic claim reserving in general insurance. British Actuarial Journal”*, 8, n. 3, 443-544

England P.D., Verrall R.J. (2006), *“Predictive Distributions of Outstanding Liabilities in General Insurance. Annals of Actuarial Science”*, Vol. 1, Issue 2, Sept. 2006, pp. 221-270

England P.D., Cairns M., Scarth R. (2012), *“The 1 year view of reserving risk: The “actuary-in-the-box” vs emergence patterns”*, GIRO Conference

European Parliament (2009), *“Solvency II Directive 2009/138/EC”*

Principali riferimenti bibliografici

European Commission (2015), “*Delegated Acts Solvency II*”, published on Official Journal of the EU, vol. 58, 17 January

Gigante P., Sigalotti L. (2004), “*Valutazione della riserva sinistri con i GLM nel contesto dei nuovi standard contabili*”, Quaderni del Dipartimento di Matematica Applicata alle Scienze Economiche Statistiche e Attuariali "B. de Finetti", n.6/2004

Gigante P., Picech L., Sigalotti L. (2010), “*La tariffazione nei rami danni con modelli lineari generalizzati*”, Trieste: EUT editore

Hastie T.J., Tibshirani R.J. (1990), “*Generalized Additive Models*”, NY, Chapman&Hall

IVASS (2015-2021), “*Regolamenti attuativi Solvency II*”, www.ivass.it

Klugman S. A., Panjer H. H., Willmot G.E. (2012), “*Loss Models: From Data to Decisions*”, 4th edition, Hoboken (New Jersey), Wiley – SOA

Larsen C.R. (2007), “*An Individual Claim Reserving Model*”, Astin Bulletin, volume 37, iss. 1

Mack T. (1993), “*Distribution-free calculation of the standard error of chain-ladder reserve estimates*” ASTIN Bulletin, 23(2), 213-225.

Mack T. (2008), “*The prediction error of Bornhuetter/Ferguson*” ASTIN Bulletin 38(1) 87-103.

Magatti V. (2015), “*Il Premium Risk nei Modelli di Pricing*”, *Tesi di Dottorato di Ricerca in Scienze Attuariali*

(<http://padis.uniroma1.it/handle/10805/290/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=MAGATTI%2C+VITTORIO>)

Principali riferimenti bibliografici

Merz M., Wüthrich M.V. (2008a) Modelling the Claims Development Result for Solvency Purposes. Casualty Actuarial Society E-Forum, 542-568

Merz M., Wüthrich M.V. (2008b) Stochastic Claims Reserving Methods in Insurance. Wiley Finance. ISBN: 978-0-470-72346-3

Merz M., Wüthrich M.V. (2008c) Prediction error of the multivariate chain ladder reserving method. North American Actuarial Journal, 12:175-197

Merz M., Wüthrich M.V. (2014), "Claims run-off uncertainty: the full picture. SSRN Manuscript, ID 2524352

Merz M., Wüthrich M.V. (2015), "*Stochastic Claims Reserving Manual: Advances in Dynamic Modeling*", SSRN Manuscript 2649057

Nelder J.A., Wedderburn R.W.M. (1972), "*Generalized Linear Models*", Journal of the Royal Statistical Society, Series A, 135, 370–384

Ohlsson E., Johansson B. (2010), "*Non-Life Insurance Pricing with Generalized Linear Models*", EAA Series Textbook, Berlin, Springer

Prohl C., Schmidt K. D. (2005) Multivariate chain-ladder. Dresdner Schriften zur Versicherungsmathematik.

Principali riferimenti bibliografici

Röhr A. (2016), "*Chain Ladder and Error Propagation*" ASTIN Bulletin, 46, 1-38.

Savelli N., Clemente G.P. (2008), "*Modelling Aggregate Non-Life Underwriting Risk: Standard Formula vs Internal Model*", Giornale dell'Istituto Italiano degli Attuari

Taylor G., McGuire G. (2004), "*Loss reserving with GLMs: a case study*", Spring 2004 Meeting of the Casualty Actuarial Society, Colorado Springs, Colorado

Taylor G., McGuire G. (2016), "*Stochastic Loss Reserving Using Generalized Linear Models*", CAS Monograph No. 3

Wedderburn R.W.M. (1974), "*Quasi-likelihood functions, generalized linear models, and the Gauss-Newton method*" Biometrika, 61, 3, 439-447 46

Werner G., Modlin C. (2010), "*Basic Ratemaking*", quarta edizione CAS

Wolfinger, R., O'Connell, M. (1993), "*Generalized Linear Mixed Models: A Pseudo-likelihood Approach*", Journal of Statistical Computation and Simulation, 4, 233–243.