

# Cluster Modelling: un approccio robusto ed efficiente per ottenere grandi miglioramenti nei tempi di elaborazione dei modelli di valutazione per Solvency II, MCEV ed ALM.



## INTRODUZIONE

Una buona parte dei contratti assicurativi italiani contiene garanzie di minimo e clausole di partecipazione agli utili. Questa tipologia di contratti, quando si utilizzano valutazioni economiche realistiche (sia Solvency II che MCEV), richiede una valutazione stocastica per catturare il Time Value delle garanzie finanziarie (TVFoG). Uno dei problemi che hanno le compagnie in questo tipo di valutazioni è legato ai tempi di elaborazione: l'aumento della potenza delle macchine e l'introduzione di nuove tecnologie hardware, tra cui il 'cloud computing', sono diventate importanti aree di sviluppo, ma possono richiedere budget significativi e non sempre sono sufficienti. Tra le alternative possibili, il cluster modelling è uno degli approcci più solidi, efficaci, semplici ed anche poco costosi, non richiedendo necessariamente l'acquisto di software aggiuntivi, che può essere utilizzato con qualsiasi software di proiezione attualmente sul mercato.

## CLUSTER MODELLING: UN APPROCCIO SPAZIALE

Le tecniche di clustering, adottate nelle scienze sociali e non solo, sono state implementate con successo nel contesto del modelling assicurativo, per rendere più efficienti i run di modelli stocastici, compresi modelli stocastici nidificati. I cluster possono anche essere utili a ridurre il run-time di modelli deterministici, per esempio per grandi portafogli di unit-linked non garantite.

L'idea generale alla base dei cluster è che le singole polizze sono trattate come oggetti in uno spazio multidimensionale, come esemplificato in Figura 1 (spazio bidimensionale).

I cluster delle polizze vicine sono identificati utilizzando un processo iterativo automatico, finché non viene raggiunto il livello

desiderato di compressione. I principali step del processo sono descritti nella sezione successiva.

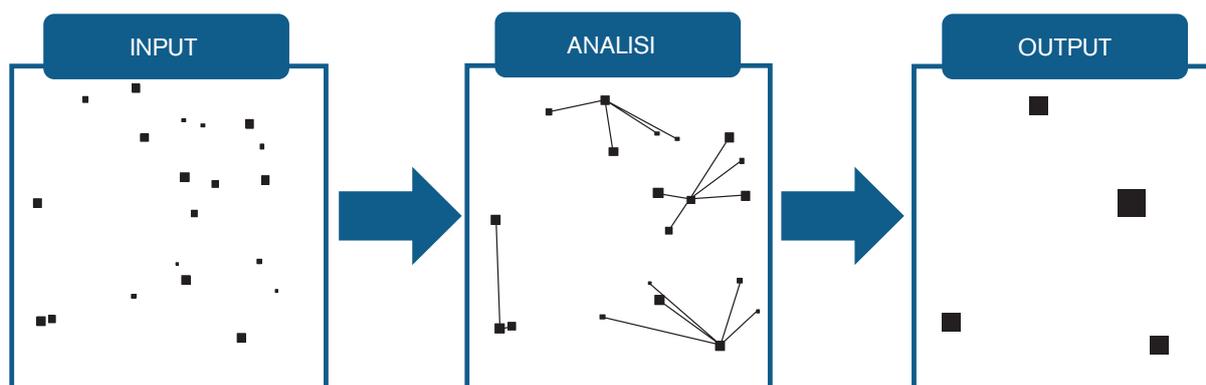
Il clustering è utilizzato tipicamente per sintetizzare i dati delle polizze prima di lanciare il modello di proiezione attuariale. In tal modo i risultati dei numerosi scenari economici possono essere ottenuti in modo affidabile e veloce.

Inoltre questa tecnica consente una maggior precisione rispetto alle tradizionali tecniche di raggruppamento in model point. Ciò è dovuto a varie ragioni:

- Il processo di calibrazione può essere impostato in modo da adattarsi tanto alle variabili di input quanto alle variabili di output (ad esempio il valore attuale degli utili futuri).
- L'insieme dei cluster è rappresentato da polizze reali, alle quali vengono aggregate le polizze vicine "meno importanti". La tecnica tradizionale di raggruppamento in model point invece produce unità "artificiali" basate su dati medi ottenuti da gruppi di polizze.
- L'algoritmo di clustering è più robusto e oggettivo rispetto alle tecniche tradizionali di raggruppamento, che dipendono molto dalla soggettività dell'utente.
- I risultati e la bontà dell'approssimazione sono documentati.

La nostra esperienza mostra che il clustering porta ad una riduzione dei tempi di elaborazione spesso superiore al 90%.

FIGURA 1



L'algoritmo permette di aggiustare in modo semplice il grado di compressione, consentendo all'utente di selezionare il desiderato bilanciamento fra run-time e precisione.

Il clustering può anche essere usato per comprimere i dati degli attivi o gli scenari economici; quest'ultimo caso è molto utile qualora interessi solo la media degli scenari e non sia necessario analizzare le code della distribuzione.

### STEP DEL PROCESSO E DELLA CALIBRAZIONE

Il processo di clustering è riassunto qui di seguito, assieme alla definizione dei concetti chiave:

**Step 1.** Si assegna ad ogni polizza una "dimensione" in base ad una misura definita dall'utente. Ad esempio la dimensione potrebbe essere misurata dalla riserva matematica, dalla somma assicurata, o dalla Best Estimate Liability.

**Step 2.** Si definiscono uno o più "segmenti" cui assegnare le polizze. Nessuna polizza può essere inglobata al di fuori del proprio segmento. Ad esempio la linea di business sarà sempre un segmento.

**Step 3.** Si definisce un appropriato insieme di "variabili di posizionamento" e "pesi" associati. Le variabili di posizionamento rappresentano le caratteristiche chiave della polizza, giudicate rilevanti per l'accuratezza del processo di calibrazione. Ad esempio, a seconda dello scopo del modello, potrebbe essere importante calibrare accuratamente il valore attuale degli utili futuri, o i premi annui, e quindi questi elementi saranno scelti come variabili di posizionamento. I pesi rappresentano la rilevanza di ogni variabile di posizionamento.

**Step 4.** Si calcola la distanza tra le polizze nello spazio n-dimensionale. L'algoritmo di clustering utilizza la distanza euclidea (mostrata qui di seguito nel caso bidimensionale):

$$\sqrt{(\text{Var}1_1 - \text{Var}1_2)^2 + (\text{Var}2_1 - \text{Var}2_2)^2}$$

ove  $\text{Var}X_y$  rappresenta il valore della X-esima variabile di posizionamento per la polizza Y.

**Step 5.** Si assegna una misura di "importanza" ad ogni polizza in base alla dimensione e alla distanza rispetto alla polizza più vicina.

**Step 6.** Viene unita la polizza meno importante alla polizza più vicina all'interno dello stesso segmento.

**Step 7.** Per ogni cluster risultante, o "cella", la polizza la cui posizione è più vicina al baricentro del cluster è scelta per rappresentare quel cluster nel file delle polizze compresse, e viene adeguatamente bilanciata per rappresentare la dimensione del cluster.

**Step 8.** Qualora il livello di compressione non sia quello desiderato, o l'adattamento dei risultati non sia sufficientemente buono, si ripetono gli step da 1 a 7 iterativamente, variando alcuni parametri, fino a raggiungere il risultato che si ritiene soddisfacente.

**Step 9.** Test di validazione. Evidentemente questo è uno step fondamentale per assicurare che il modello di compressione resti adeguato anche nelle sensitivity o negli scenari di stress, come quelli richiesti da Solvency II e dal MCEV.

Si noti che gli step appena descritti sono ampiamente automatizzati all'interno del tool di Milliman, in modo da minimizzare il grado di soggettività e l'intervento manuale. In ogni caso il giudizio attuariale e una profonda conoscenza dei prodotti assicurativi rimangono essenziali durante il processo di calibrazione, in particolare per assicurare che vengano selezionati in maniera opportuna gli scenari di calibrazione e le variabili di posizionamento.

La frequenza di calibrazione dipende dalla stabilità del portafoglio. Se le caratteristiche del portafoglio variano in modo significativo, allora è necessaria una maggior frequenza di calibrazione. Tipicamente è sufficiente una frequenza annuale (ad esempio in caso di valutazioni mensili si aggiorna il portafoglio mensilmente, ma utilizzando i criteri di compressione definiti all'inizio dell'anno).

### CATTURARE LE CARATTERISTICHE DELLE PASSIVITÀ'

Il clustering permette di mantenere le caratteristiche rilevanti delle passività all'interno del modello attuariale. Questo è un vantaggio rispetto ad altre tecniche di compressione o di approssimazione (ad esempio Replicating Portfolios), che tentano di replicare le caratteristiche complesse delle passività utilizzando gli attivi. **In altre parole il cluster modelling replica le passività con le passività**, mentre i Replicating Portfolios replicano le passività con strumenti finanziari. Ne risulta che il clustering cattura meglio i fattori di rischio rilevanti, compresa l'incertezza associata al *dynamic policyholder behaviour* e alle *dynamic management actions*.

Per questa ragione nel processo di calibrazione spesso bastano poche simulazioni per raggiungere un elevato livello di precisione per tutto l'insieme degli scenari stocastici. Tutto questo è confrontabile con le centinaia di scenari solitamente necessari alla calibrazione dei Replicating Portfolios.

### APPLICAZIONI

Le tecniche di clustering possono essere utilizzate nei seguenti ambiti:

- *Asset Liability Management (ALM)*: valutazione efficiente del valore di mercato delle passività su un'ampia varietà di strategie di investimento e scenari economici;
- *Monitoraggio quotidiano della solvibilità*: monitoraggio in tempo reale delle variazioni delle condizioni economiche e degli impatti sul bilancio, ad esempio valutando le "greche" del valore di mercato delle passività;
- Valutazioni finanziarie e di capitale, tra cui il *Market Consistent Embedded Value (MCEV)*;
- Velocizzazione del processo di calibrazione per i Replicating Portfolios, utilizzando i cluster nei run di calibrazione.

In breve, quest'ampio ventaglio di applicazioni rende il clustering un potente alleato in qualunque contesto di modellizzazione.

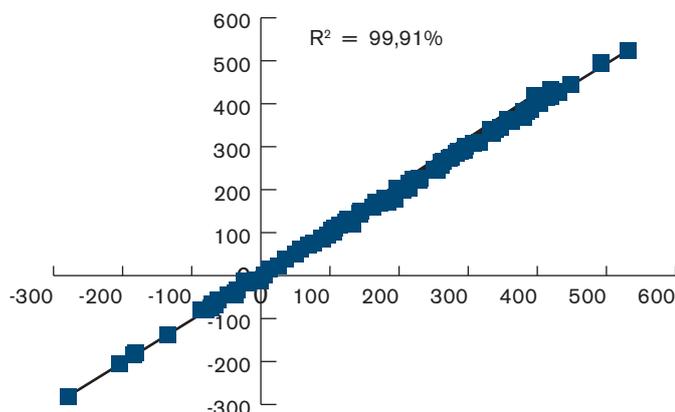
### UN ESEMPIO

Riportiamo un esempio che confronta i risultati ottenuti, per un portafoglio di polizze rivalutabili, da un modello polizza per polizza con uno ottenuto dopo il processo di clustering, presentando due livelli di compressione, uno all'1% e l'altro allo 0,1%. Ovviamente il livello di compressione e la minimizzazione degli errori è dipendente dalle caratteristiche del portafoglio su cui si interviene.

Il modello di partenza contiene circa 98.300 polizze ed è stato compresso in un caso in 983 cluster e nell'altro in 98.

La figura 2 mostra il grafico e la misura statistica dell'errore R2 del confronto tra i due modelli, comparando i valori del Present Value Future Profits (PVFP).

**FIGURA 2: LIVELLO DI ACCOSTAMENTO PER IL VALORE DEL PRESENT VALUE FUTURE PROFITS (MODELLO CLUSTER CONFRONTATO CON QUELLO PER POLIZZA SU 1000 SCENARI). COMPRESSIONE ALL'1%.**

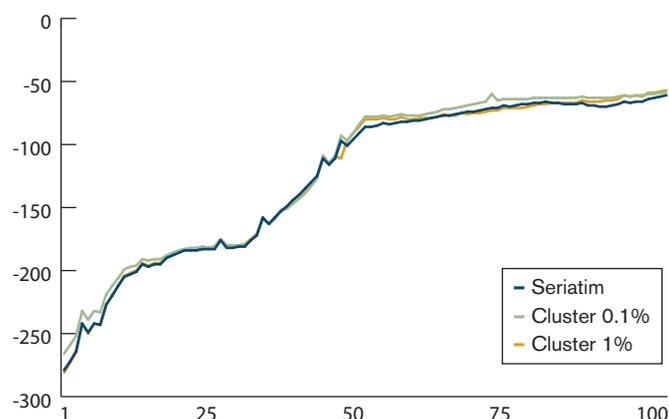


Per il portafoglio compresso di 983 polizze (compressione dell'1%) i risultati dell'accostamento sono molto buoni ( $R^2 = 99,91\%$ ). Anche utilizzando una maggior compressione, arrivando a 98 polizze, i risultati sono incredibilmente positivi, perdendo qualcosa in termini di precisione ma potendo disporre di un modello con delle performance eccellenti ( $R^2 = 99,78\%$ ).

Per dimostrare che anche il comportamento in situazioni estreme e quindi nelle code della distribuzione è molto efficace, abbiamo riportato un grafico che contiene il valore del PVFP nei 100 peggiori scenari.

Il valore delle code è molto importante, sia nei modelli interni di Solvibilità, sia per calcolare misure di rischio come il Value at Risk o l'Expected Shortfall.

**FIGURA 3: ANALISI DELLE CODE, MODELLO CLUSTER COMPRESSO ALL'1% ED ALLO 0.1% CONFRONTATO CON QUELLO PER POLIZZA SU 100 SCENARI ESTREMI**



I risultati dei modelli basati sul clustering, se confrontati con quelli legati all'uso di model point ottenuti 'manualmente' sono, nella nostra esperienza, sempre significativamente migliori. In aggiunta possono essere ottenuti con un tempo di gran lunga inferiore.

### CONCLUSIONI

Il cluster modelling rappresenta un modo rapido per ottenere miglioramenti significativi delle performance di modelli attuariali per le assicurazioni sulla vita. L'approccio è basato su tecniche frequentemente applicate in altri ambiti di applicazione, ed è possibile raggiungere un grado notevole di accuratezza, persino con alti livelli di compressione.

**Il cluster modelling può essere adottato col minimo sforzo e il minimo costo, utilizzando i modelli attuariali esistenti assieme al tool di cluster modelling di Milliman. È possibile utilizzare la compressione per tutti i software di proiezione attualmente sul mercato. In più i tempi di implementazione sono rapidissimi.**

Le applicazioni del clustering sono molteplici e ricoprono aree chiave, dalle valutazioni finanziarie e di capitale (compresi Solvency II e MCEV) all'ALM e alla gestione dei rischi finanziari (quali il monitoraggio in tempo reale delle "greche"). Con tempi ridotti e risultati accurati gli attuari e i risk manager possono analizzare l'intero panorama finanziario e di rischiosità, nel quale tutti i rischi sono trattati in modo consistente.

La tecnica è anche complementare ad altre tecniche di approssimazione, come il *Least Squares Monte Carlo* e i *Replicating Portfolios*.

Tutti questi vantaggi sono importanti specialmente alla data di questo documento, a causa della crisi finanziaria in corso e della necessità di monitorare regolarmente la posizione finanziaria e di solvibilità di una Compagnia Assicurativa.

#### **COSA MILLIMAN PUO' FARE PER AIUTARVI:**

- Analizzare con voi le vostre esigenze e definire la modalità migliore per comprimere i vostri modelli di valutazione
- Aiutarvi ad effettuare le scelte ottimali per ottenere il miglior trade-off tra riduzione dei tempi di valutazione e precisione dei risultati
- Offrirvi il servizio di cluster modelling, provvedendo periodicamente ad effettuare la compressione del vostro portafoglio
- Offrirvi il proprio software di cluster modelling, fornirvi assistenza e training, in modo da rendervi completamente indipendenti in questa attività

#### **A PROPOSITO DI MILLIMAN**

Milliman è fra i principali fornitori al mondo di prodotti e servizi attuariali e altri prodotti e servizi correlati. La società svolge attività di consulenza per le assicurazioni malattia, danni, vita/servizi finanziari ed employee benefits. Fondata nel 1947, Milliman è una società indipendente che conta uffici nelle maggiori città in tutto il mondo. Per ulteriori informazioni, visitare il sito [milliman.com](http://milliman.com)

#### **MILLIMAN IN EUROPA**

Milliman ha una capillare e crescente presenza in Europa, con oltre 250 consulenti professionali al servizio dei clienti dagli uffici di Amsterdam, Bruxelles, Bucarest, Dublino, Dusseldorf, Londra, Madrid, Milano, Monaco, Parigi, Varsavia e Zurigo.

*[it.milliman.com](http://it.milliman.com)  
[europe.milliman.com](http://europe.milliman.com)*



#### **CONTATTI**

Per ulteriori informazioni contattare:

**Aldo Balestreri**  
*[aldo.balestreri@milliman.com](mailto:aldo.balestreri@milliman.com)*

**Paola Luraschi**  
*[paola.luraschi@milliman.com](mailto:paola.luraschi@milliman.com)*

**Ed Morgan**  
*[ed.morgan@milliman.com](mailto:ed.morgan@milliman.com)*