Università
Ca'Foscari
Venezia

Corso di Laurea magistrale (*ordinamento ex D.M. 270/2004*)
in Economia e Finanza

Tesi di Laurea

Ca' Foscari
Dorsoduro 3246
30123 Venezia

Misurazione, gestione e monitoraggio del rischio di credito negli intermediari creditizi

Relatore:
Ch. prof. Simone MAZZONETTO

Laureando:
Andrea ZORNETTA
Matricola 833991

Anno Accademico
2015-2016

"It is not the critic who counts;
not the man who points out how the strong man stumbles,
or where the doer of deeds could have done them better.
The credit belongs to the man who is actually in the arena,
whose face is marred by dust and sweat and blood;
who strives valiantly; who errs; who comes short again and again,
because there is no effort without error and shortcoming;
but who does actually strive to do the deeds;
who knows great enthusiasms, the great devotions;
who spends himself in a worthy cause;
who at the best knows in the end the triumph of high achievement,
and who at the worst, if he fails, at least fails while daring greatly,
so that his place shall never be with those cold and
timid souls who neither know victory nor defeat."

– Theodore Roosevelt

Ai miei genitori.

Abstract

Il rischio di credito rappresenta la causa della maggior parte delle perdite subite dalle istituzioni finanziarie poiché riguarda la quasi totalità delle transazioni sul mercato. La rilevanza del rischio di credito non si arresta alla sola dimensione relativa alle dinamiche di mercato: esso ha un peso notevole anche dal punto di vista della vigilanza sugli intermediari, poiché concorre in modo determinante al calcolo del requisito patrimoniale minimo richiesto. Da qui la necessità di derivare modelli in grado di rispondere alle esigenze operative degli intermediari medesimi. Queste ultime non si limitano solamente al rispetto dei requisiti richiesti dalla normativa di vigilanza, ma derivano prima di tutto dall'aumento del livello di complessità dei mercati. Tale processo, infatti, ha fatto emergere l'urgenza di sviluppare un migliore controllo dei rischi, nonché un adeguamento della normativa al fine di incorporare i nuovi standard, elevandoli a requisito minimo di struttura per i soggetti vigilati. Dal punto di vista gestionale, infine, il rischio di credito ha progressivamente ampliato la propria sfera di rilevanza fino a comprendere anche aspetti quali la pianificazione strategica, l'allocazione e l'approvvigionamento di capitale, nonché la selezione ed il controllo delle controparti. Ciò ha fatto emergere la necessità di sviluppare modelli sempre più articolati per rendere possibile una migliore gestione del rischio di credito, per la quale resta comunque imprescindibile l'implementazione di adeguati presidi organizzativi, nonché l'intervento umano guidato dalle conoscenze e dall'esperienza professionale di tutti i soggetti coinvolti.

Prefazione

L'obiettivo del presente lavoro è quello di approfondire argomenti che possano riguardare in vario modo una platea di destinatari quanto più ampia possibile. Da questo punto di vista, infatti, il rischio di credito nelle banche rappresenta sicuramente un argomento di attualità che, in un modo o nell'altro, influenza la vita di molte persone. Un obiettivo ulteriore, seppur più specifico ma strettamente connesso al precedente, è quello di analizzare temi che, almeno nell'ultimo ventennio, hanno rappresentato oggetto di ricerche approfondite da parte di persone ed istituzioni tra le più note nel settore. Tutto ciò per dare risposta alle esigenze emerse nel sistema finanziario e che hanno avuto pesanti ripercussioni sull'economia reale e, in definitiva, sulla società nel suo complesso. L'ultimo obiettivo, ovvero quello che direttamente ha influenzato la stesura del presente lavoro, è quello di approfondire il rischio di credito in modo da evidenziarne separatamente tutte le componenti che concorrono alla sua definizione generale, nonché alcuni degli approcci e dei modelli analitici che sono stati sviluppati per gestire un fenomeno estremamente complesso e caratterizzato da forti ripercussioni sulla vita di tutti. Da questo punto di vista, si è tentato di mettere insieme risultati e nozioni provenienti da una pluralità di ambiti che concorrono a determinare l'universo della finanza, coniugandoli per tenere conto delle peculiarità delle tematiche che saranno di seguito affrontate. Più in particolare, la finalità è quella di evidenziare e di analizzare, secondo un approccio integrato, il contributo e l'influenza reciproca delle singole tematiche alla misurazione e alla gestione del rischio di credito. Quest'ultimo, seppur possa apparire un argomento prevalentemente di carattere teorico e scarsamente ancorato alla realtà, impatta sulla gestione degli intermediari finanziari che, con le loro decisioni di impiego, fanno sentire la propria influenza sulla società, ponendosi come motore dell'economia con pesanti ripercussioni sul tenore di vita delle persone. In questo senso, il rischio di credito ha una doppia faccia: quella finanziaria, connessa alla specificazione dei modelli statistici, all'attività bancaria in senso ampio, alle aspettative di remunerazione di tutti gli operatori di mercato coinvolti e al più

efficiente impiego del capitale, e quella sociale legata alle aspettative delle persone che ricorrono, molto spesso anche inconsapevolmente, al sistema finanziario riponendo su di esso le proprie speranze in qualità di risparmiatori, investitori o imprenditori. Per tale ragione, a parere di chi scrive, è doveroso procedere in modo integrato così da sviluppare una visione d'insieme che possa evidenziare non soltanto la struttura dei modelli analitici, ma anche l'impatto di ogni tema sugli altri, nonché il nesso di reciproca influenza tra dimensione puramente quantitativa e dimensione empirica del fenomeno oggetto di studio. Parimenti, si vogliono analizzare le modalità e gli strumenti che agiscono sulla gestione dell'attività tipicamente svolta dalle banche, ovvero come le necessità rilevanti vengono coniugate per il raggiungimento dello scopo ultimo di creare valore per i propri azionisti e, almeno in teoria, per la società in generale.

* * *

Il presente lavoro è suddiviso in tre parti dedicate rispettivamente ai metodi più noti per la misurazione e la gestione del rischio di credito per società *corporate* (quotate e non quotate), all'analisi di un caso pratico rappresentato dalla gestione del rischio di credito predisposta e sviluppata dal Gruppo UniCredit e alle appendici in cui si approfondiscono particolari argomenti necessari ai fini della prima parte.

Gli argomenti della Parte I saranno esposti nel modo seguente:

- nel Capitolo 1 si introdurranno le nozioni di rischio in generale e di rischio di credito, definendo anche l'approccio valutativo che verrà mantenuto in linea di principio nei Capitoli successivi;
- nel Capitolo 2 si parlerà delle misure di rischio in generale con approfondimenti mirati per il *Value at Risk* e l'*Expected Shortfall*;
- nel Capitolo 3 saranno trattate singolarmente le tre componenti del rischio di credito ed i relativi metodi di stima;
- nel Capitolo 4 si introdurranno concetti e problematiche rilevanti per l'approfondimento dei modelli per portafogli di esposizioni creditizie;
- nel Capitolo 5 saranno approfonditi i modelli *CreditMetrics*™ di JP Morgan e *PortfolioManager*™ di Moody's KMV;
- nel Capitolo 6 si parlerà dei metodi di determinazione del tasso attivo da praticare su esposizioni soggette al rischio di credito e delle misure di rendimento aggiustate per il rischio;
- nel Capitolo 7 si approfondiranno quattro approcci attraverso cui è possibile allocare idealmente capitale alle aree di business di un intermediario creditizio;

- nel Capitolo 8 si introdurranno le tecniche di mitigazione del rischio di credito;
- nel Capitolo 9 sarà brevemente approfondito il processo di affidamento e di monitoraggio del credito in essere;
- nel Capitolo 10 si riprenderanno alcuni dei risultati principali emersi nei Capitoli precedenti e si trarranno alcune conclusioni generali distinguendo per dimensione degli intermediari.

Nell'esposizione degli argomenti trattati nella Parte I si è tentato di seguire un approccio che abbia effettiva rilevanza pratica. Più in particolare, si è voluto analizzare dei modelli che possano essere effettivamente implementati dai Soggetti vigilati per adempiere ai requisiti organizzativi previsti, nonché per la misurazione del rischio a fini gestionali, di controllo sulla gestione e di calcolo dei requisiti patrimoniali richiesti. Nel fare questo, anche attraverso l'analisi delle basi sulle quali tali modelli sono stati sviluppati e del relativo processo di specificazione, è stato compiuto uno sforzo finalizzato alla comprensione dei pregi e delle limitazioni ai fini dell'effettiva applicazione nella pratica bancaria. Un'ulteriore tentativo si è avuto in direzione di un'effettiva integrazione tra gli argomenti trattati con l'obiettivo di evidenziare il nesso reciproco che sussiste tra ogni aspetto rilevante, in modo tale da comprendere l'impatto e le conseguenze d'insieme relative all'applicazione dei modelli e delle metodologie trattate.

Gli argomenti della Parte II saranno esposti nel modo seguente:

- nel Capitolo 1 si riporteranno alcuni aspetti relativi alle fonti utilizzate per reperire le informazioni necessarie alle analisi e alle considerazioni che saranno oggetto dei Capitoli successivi;
- nel Capitolo 2 si analizzeranno le peculiarità gestionali e la struttura del gruppo dal punto di vista organizzativo, nonché il rapporto del Gruppo con le Autorità di Vigilanza ed i relativi Provvedimenti;
- nel Capitolo 3 si tratteranno i presidi organizzativi, gli approcci, le metodologie ed i modelli che il Gruppo adotta per individuare, misurare e gestire il rischio, con particolare attenzione al rischio di credito;
- nel Capitolo 4 si analizzeranno principalmente i modelli IRB adottati dal gruppo per la misurazione del rischio di credito; particolare attenzione sarà riservata ai modelli di *rating* e per il tasso di perdita utilizzati per le imprese *corporate multinational* inserite nel portafoglio *Groupwide* e per le imprese *corporate* parte del portafoglio *Local Italy*;

- nel Capitolo 5 verranno riportate le conclusioni delle analisi svolte suddivise per tenere conto degli aspetti prettamente organizzativi e degli aspetti strettamente connessi al *risk management*.

Per quanto riguarda l'analisi del caso UniCredit s.p.a., si è dato importanza ad ogni fattore rilevante ai fini di un'analisi critica delle modalità e dei modelli per la misurazione e la gestione del rischio di credito. Tali metodologie devono essere valutate anche in relazione alla tipologia e all'articolazione dell'attività svolta. Quest'ultima, infatti, influenza sia le argomentazioni in materia di adeguatezza dei presidi organizzativi, gestionali e di controllo e sia quelle in materia di idoneità e corretta applicazione dei modelli quantitativi sviluppati ed implementati. Per rendere più scorrevole l'analisi ed evitare inutili ripetizioni, ove possibile si inseriranno nel testo gli opportuni riferimenti e rinvii a specifiche tematiche trattate nell'ambito della Parte I.

Andrea Zornetta
mail: andrea.zornetta@live.com

Note per il lettore

Il presente lavoro è stato composto con LaTeX 2_ε (si veda LaTeX home page), ovvero un programma di composizione tipografica *cross-platform* distribuito con licenza libera e realizzato per la prima volta da *Leslie Lamport*, impiegando TeX come motore tipografico. Quest'ultimo è il programma di composizione tipografica concepito da *Donald Ervin Knuth* e distribuito negli anni '90 con una licenza di software libero. Al giorno d'oggi, TeX è un marchio registrato dall'*American Mathematical Society* (AMS), alla quale si devono anche numerose estensioni software che abilitano la maggior parte funzionalità matematiche utilizzate nella stesura del presente lavoro. Si tratta delle estensioni che vengono identificate con la simbologia $\mathcal{A}\mathcal{M}\mathcal{S}$-LaTeX, che sta per "*LaTeX with $\mathcal{A}\mathcal{M}\mathcal{S}$'s extensions*" (si veda AMS website - TeX Resources).

L'utilizzo di LaTeX, integrato con le funzionalità del pacchetto `hyperref`, ha permesso di inserire all'interno del corpo del presente lavoro un numero molto elevato di riferimenti incrociati cliccabili a specifiche parti del testo, sia che esse siano capitoli, sezioni o singoli riferimenti bibliografici, oppure a figure o tabelle. Attraverso il medesimo pacchetto, inoltre, è stato possibile produrre un indice generale, un indice analitico (assieme al pacchetto `makeidx`), una lista delle tabelle e una lista delle figure con i relativi numeri di pagina che racchiudono essi stessi un riferimento incrociato. Da ultimo, attraverso una serie di personalizzazioni scritte dall'autore direttamente sul preambolo del file sorgente `.tex`, è stato possibile inserire un riferimento incrociato per ogni voce bibliografica con l'indicazione delle pagine nelle quali è eventualmente contenuta la relativa citazione. Ancora, attraverso i pacchetti `hyperref` e `url`, è stato possibile inserire riferimenti ipertestuali come quelli utilizzati per rinviare alla *homepage* di LaTeX o alla pagina delle funzionalità sviluppate dall'*American Mathematical Society* oppure come i *link* ai siti internet presso i quali è stato reperito parte del materiale bibliografico consultato.

Per quanto riguarda l'inserimento di un *qr code* per i riferimenti bibliografici, LaTeX supporta in modo nativo la funzione. Infatti, per la generazione di *qr code* esistono numerosi pacchetti tra cui `qrcode package` che, perfettamente integrato con le funzionalità di `hyperref`, permette di generare *qr code cliccabili*, ovvero utilizzabili sia in forma cartacea tramite un qualsiasi *qr code reader* per *smartphone* e *tablet* e sia in formato digitare come se fosse un *link*.

Il *qr code* qui riportato rappresenta un esempio del risultato che è possibile ottenere e contiene i riferimenti alla cartella Dropbox in cui è archiviata una copia digitale in formato `.pdf` dei riferimenti bibliografici del presente lavoro.

Quanto riportato rappresenta solamente un esempio circoscritto delle potenzialità di LaTeX e delle funzionalità effettivamente utilizzate nella stesura del presente lavoro. Tuttavia, evidenziare tali aspetti è utile sia per contribuire alla diffusione del programma e sia per suggerire al lettore una modalità di lettura che permetta, così come si evidenza nella Prefazione, di apprezzare appieno l'approccio integrato attraverso il quale gli argomenti trattati saranno esposti.

* * *

Indice

Lista delle figure xxii

Lista delle tabelle xxiv

I Modelli per la misurazione del rischio di credito 1

1 Introduzione 3
1.1 Il rischio . . . 3
1.2 Il rischio di credito . . . 10
1.3 L'approccio valutativo . . . 13

2 Value at Risk e Expected Shortfall 17
2.1 Considerazioni generali . . . 17
2.2 Value at Risk - VaR . . . 24
2.3 Expected Shortfall - ES . . . 26

3 Le componenti del rischio di credito 29
3.1 Credit Quality . . . 29
3.1.1 Stima della default probability nelle public companies . . . 34
3.1.1.1 Il modello di Black-Scholes . . . 35
3.1.1.2 Il modello di Merton . . . 40
3.1.1.3 Il modello KMV . . . 48
3.1.2 Stima della default probability nelle private companies . . . 57
3.1.2.1 Aspetti introduttivi . . . 57
3.1.2.2 I modelli logit-probit . . . 59
3.1.2.3 I modelli logit-probit applicati alla stima della default probability . . . 63
3.2 Exposure at Default . . . 68
3.2.1 EaD deterministica . . . 68
3.2.2 EaD stocastica . . . 68
3.3 Recovery Rate e Loss Given Default . . . 69

3.3.1 La market LGD 71
3.3.2 La workout LGD 72
3.3.3 I modelli multivariati 74
3.3.3.1 Il modello LossCalc™ 75
3.3.3.2 Il modello di Castle e Keisman 75
3.3.4 Le look-up tables 77
3.3.5 RR per i prodotti illiquidi 78
3.3.6 RR per prodotti liquidi 79
3.3.7 Modellazione del Recovery Rate 80
3.3.7.1 La distribuzione beta 80
3.3.7.2 Le caratteristiche della distribuzione *beta* per i titoli liquidi. 81
3.3.7.3 Le caratteristiche della distribuzione beta per i titoli illiquidi 82

4 Esposizione individuale e di portafoglio 85
4.1 Mixture 85
4.2 Approccio default mode 86
4.2.1 Estensione all'intero portafoglio 88
4.2.2 La struttura di dipendenza 91
4.2.2.1 La forma di dipendenza 94
4.2.2.2 La dimensione dei portafogli 94
4.2.3 Osservazioni sull'approccio default mode 98
4.3 Approccio mark to market 101
4.3.1 Considerazioni sul tasso di sconto 107
4.3.2 La forma distributiva del market value 109

5 Modelli di portafoglio 111
5.1 Considerazioni preliminari sui modelli di portafoglio 111
5.1.1 Il livello di confidenza 111
5.1.2 L'orizzonte temporale 112
5.1.3 I modelli di portafoglio 115
5.2 Il modello CreditMetrics™ 115
5.2.1 Aspetti generali 115
5.2.2 Caratteristiche e limitazioni del modello 118
5.2.3 La struttura del modello 119
5.2.3.1 Valutazione della singola esposizione 120
5.2.3.2 Le correlazioni 122
5.2.3.3 Valutazione del portafoglio 128
5.3 Il modello PortfolioManager™ 132

5.3.1 Aspetti generali 132
5.3.2 La struttura del modello 133
5.3.2.1 Estimation of the asset value and the volatility of asset return 133
5.3.2.2 Calcolo della Distance to Default 136
5.3.2.3 Mapping della PD sulla Distance to Default 138
5.3.2.4 Pricing delle esposizioni 141
5.3.2.5 Stima delle EDF™ risk-neutral 142

6 Pricing e misure di rendimenti risk-adjusted 145
6.1 Pricing delle esposizioni creditizie 145
6.1.1 Considerazioni introduttive 145
6.1.2 Quantificazione dei costi del rischio 148
6.1.2.1 Costi connessi alle perdite attese e inattese 150
6.2 Risk Adjusted Performance Measure 152

7 Capital allocation 155
7.1 Considerazioni introduttive 155
7.2 Aspetti organizzativi per le decisioni di capital allocation 156
7.3 Strumenti quantitativi per le decisioni di capital allocation 158
7.3.1 Il metodo della ripartizione proporzionale 161
7.3.2 Il metodo delle correlazioni 162
7.3.3 Il metodo basato sul calcolo dell'economic capital marginale . . . 164
7.3.4 Il Teorema di Eulero 168

8 Credit Risk Mitigation 171
8.1 Aspetti generali 171
8.2 Le garanzie reali 174
8.2.1 Ipoteche su beni immobili 174
8.2.2 Garanzie reali finanziarie 178
8.3 Le garanzie personali 179
8.3.1 Garanzie personali in senso proprio 179
8.3.2 Derivati di credito 181

9 Il processo di affidamento ed il monitoraggio del credito 183
9.1 Considerazioni introduttive 183
9.2 L'istruttoria fido 186
9.2.1 Fonti informative esterne - Il bilancio 189
9.2.2 Fonti informative interne 191
9.2.2.1 La Centrale dei rischi 191
9.2.2.2 I dati andamentali 197

9.2.3 Analisi qualitative 197
9.3 La gestione e il monitoraggio delle esposizioni 199

10 Conclusioni **203**
10.1 Giustificazioni giuridiche 203
10.2 Conclusioni per intermediari di classe 1 209
10.3 Conclusioni per intermediari di classe 2 e 3 213

II Case study: il caso UniCredit s.p.a. **217**

1 Considerazioni preliminari **219**

2 Il gruppo **221**
2.1 Le generalità e la struttura del Gruppo 221
2.2 L'attività svolta 223
2.3 La convergenza tra regolamentazione e indirizzo strategico 225
2.4 La struttura organizzativa del risk management 232

3 Modalità di gestione del rischio di credito **241**
3.1 Aspetti di carattere generale 241
3.2 La stima del profilo di rischio e del capitale assorbito 242
3.3 L'attività di capital allocation 243
3.4 L'attività di risk reporting 246

4 I modelli per il rischio di credito nel Gruppo **249**
4.1 La misurazione ed il monitoraggio del rischio di credito 249
4.2 Rettifiche di valore su esposizioni deteriorate 253
4.3 Mitigrazione del rischio di credito 254
4.4 Il calcolo del capitale regolamentare a fronte del rischio di credito 256
4.4.1 Considerazioni di carattere generale 256
4.4.2 Il metodo standardizzato 257
4.4.3 Il metodo IRB 257
4.5 Applicazione del metodo IRB 262
4.5.1 Modelli per la PD di società corporate (Groupwide) 263
4.5.2 Modelli per l'LGD di società corporate (Groupwide) 264
4.5.3 Modelli per la PD di società corporate (Local Italy) 265
4.5.4 Modelli per l'LGD di società corporate (Local Italy) 266

5 Conclusioni **269**
5.1 Conclusioni di carattere generale 269
5.2 Conclusioni in ordine alla struttura organizzativa 270

5.2.1 Conclusioni relative all'attività di risk reporting 270
5.2.2 Conclusioni relative all'attività di capital allocation 271
5.3 Conclusioni in ordine alle politiche di misurazione del rischio 273

Appendici **279**

A Value at Risk - Aspetti computazionali **279**

B Processi stocastici **281**

C Lemma di Itô **293**

Bibliografia **295**

Indice analitico **305**

Ringraziamenti **305**

Elenco delle figure

1.1 *Loss Adsorbing Capacity and Profit&Loss Distribution* 8

2.1 *Value at Risk and Expected Shortfall* 20
2.2 *Comparison between P&L distributions by volatility* 21

3.1 *Default mode approach - Probability of default* 32
3.2 *Geometric brownian motion* 39
3.3 *Log-normal distribution* 40
3.4 *Payoff at maturity of an european call option* 41
3.5 KMV *model - Capital structure* 51
3.6 KMV *model* 52
3.7 *Logistic-Normal cumulative distribution function* 64
3.8 *Rappresentazione nel continuo di una v.c. dicotomica* 66
3.9 *Beta distribution* 80
3.10 *Recovery Rate distribution by seniority class* 82

4.1 *Loss Distribution - Expected/Unexpected Loss* 89
4.2 *Mark to market approach - Probability of default* 103
4.3 *Value of BBB firm at horizon date* 107

5.1 *CreditMetrics™ - Schema riassuntivo* 120
5.2 *Generalization of the Merton model to include rating changes* 125
5.3 *Credit-VaR and economic capital in CreditMetrics™ framework* 129
5.4 *Mapping della* DD *sulle* EDF™ 138

2.1 *UniCredit Group - Struttura del Gruppo* 223
2.2 *UniCredit Group - Presenza territoriale* 224
2.3 *UniCredit Group - Ricavi per aree di attività* 225
2.4 *UniCredit Group - Ricavi per aree territoriali* 226
2.5 *UniCredit Group - Quote di mercato* 226
2.6 *UniCredit Group - Organigramma* 235

B.1 *Example of stochastic process.* 282
B.2 *Stock price* 284
B.3 *Density stock price* 286
B.4 *Q-Q plot stock price* 287
B.5 *Stock return* 288
B.6 *Density stock return* 289
B.7 *Q-Q plot stock return* 290

Elenco delle tabelle

3.1 *Average Cumulative Default Rates (financial istitutions), 1983-2010* 31
3.2 *Average Cumulative Default Rates, 1983-2010* 32
3.3 *Average One-Year Rating Transition Rates, 1983-2010* 33
3.4 *Loan Recovery Rates in Financial Sector* 70
3.5 *Distressed Exchanges Boosted Bond Recovery Rates in Financial Sector between, 1983-2010* 70
3.6 *Average Issuer-weighted Recovery Rates, 1983-2010* 70
3.7 *Univariate Statistics on Recovery Rates* 72
3.8 *Regression models for Loss Given Default* 76
3.9 *Castle e Keisman's model* 77
3.10 *Recovery Rate Study* 79

4.1 *One-Year Rating Transition matrix* 105
4.2 *Year-end values after credit rating migration from BBB* 107

5.1 *Esigenze connesse alla scelta dell'orizzonte temporale* 113
5.2 *Confronto tra modelli di portafoglio* 116
5.3 *Calculation of the transition probabilities from BB* 126
5.4 *Confronto tra il modello di Black, Scholes e Merton e il modello di Vasicek e Kealhofer* 133
5.5 *Balance sheet of Merton's Firm* 134
5.6 *KMV 1-year transition matrix based on non-overlapping EDF ranges* 141

7.1 *Identificazione delle business units a fini di capital allocation* 159

9.1 *Elementi per l'istruttoria di fido* 188
9.2 *Centrale dei rischi - Censimento dei rischi* 195
9.3 *Centrale dei rischi - Classificazione dei dati* 195
9.4 *Finalità dell'analisi andamentale* 197

2.1 *UniCredit Group - Dipendenti e sportelli* 225

3.1 *UniCredit Group - Rating* 243

4.1 *UniCredi Group - Metodo IRB* 259
4.2 *UniCredi Group - Rating Master Scale* 261
4.3 *UniCredi Group - Classificazione dei portafogli* 263

B.1 *Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test (price)* 285
B.2 *Jarque-Bera Test (price)* 286
B.3 *Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test (return)* 288
B.4 *Jarque-Bera Test (return)* 289
B.5 *Descriptive Statistic* 291

Parte I

Metodologie e modelli per la misurazione e la gestione del rischio di credito nelle banche

Capitolo 1

Introduzione

1.1 Il rischio

Il rischio e la sua misurazione, in finanza, sono tradizionalmente associati al concetto di deviazione standard. Se si seguisse tale approccio, tuttavia, si limiterebbe l'applicabilità dei modelli teorici di *risk management* solamente a categorie ristrette di strumenti, peraltro introducendo assunzioni di modello molto distanti dalle caratteristiche reali delle variabili oggetto di studio. Ancora, la molteplicità e la complessità degli stati del mondo possibili complicano il problema in modo non gestibile attraverso il solo concetto di volatilità, tanto da far emergere l'esigenza di sviluppare un insieme di strumenti che possano essere di effettiva utilità pratica per le istituzioni finanziarie. Da questo punto di vista, infatti, i mercati finanziari stanno attraversando un periodo di rapido incremento del livello di complessità, a sua volta determinato anche dalla diffusione di strumenti finanziari derivati sempre più strutturati. Tale processo ha evidenziato l'inadeguatezza degli strumenti tradizionali che non si sono dimostrati in grado di fornire una risposta adeguata al problema. Tuttavia, attualmente, lo sviluppo delle conoscenze in ambito finanziario ha permesso la formulazione di una teoria generale del rischio intesa come soluzione al problema della sua misurazione. Tale fenomeno ha trovato impulso non soltanto per rispondere ad esigenze puramente gestionali degli intermediari, ma anche al fine di fornire basi analitiche solide per l'evoluzione della regolamentazione di vigilanza.

In particolare, da quest'ultimo punto di vista, i risultati ottenuti dagli studi in materia di misurazione del rischio hanno, da un lato, stimolato la produzione normativa e, dall'altro, gettato le basi e guidato l'evoluzione della regolamentazione dei mercati e delle istituzioni finanziarie, la cui *ratio* è ora rappresentata dalla risposta al problema della misurazione e del contenimento del rischio (cfr. art. 53, 1 co., lett. *a*) e *b*), 2-*bis* co. e 2-*ter* co. TUB e art. 6, 02 e 1 co. TUF). Pertanto, un modo ulteriore di inquadrare

il problema del rischio è quello di analizzare i razionali scientifici su cui si fondano le disposizioni di vigilanza delle istituzioni finanziarie, soprattutto in materia di requisiti di capitale minimi e delle relative modalità di calcolo. Da questo punto di vista, sulla base delle carenze della norma giuridica emerse nel 2008, si è dato nuovo impulso alla ricerca che, passando per gli accordi di Basilea, a partire dal 1 novembre 2013 ha dato origine alla Vigilanza unica europea che, completamente operativa dal 1 gennaio 2016, costituisce di certo il laboratorio più esteso e sviluppato che sia mai esistito su tali tematiche.

Prima degli inizi degli anni '90, il rischio veniva identificato da parametri quali:

a) la *duration*, ovvero la misura del rischio di tasso di interesse dei titoli obbligazionari, a sua volta rappresentato dalla sensibilità del prezzo del titolo a variazioni del tasso d'interesse;

b) la volatilità, universalmente adottata per misurare il rischio del comparto azionario in termini di scostamento dal valore atteso;

c) le greche, impiegate per misurare i rischi degli strumenti finanziari derivati.

Si pensi ad uno strumento finanziario non strutturato come, ad esempio, un *corporate bond*; i rischi a questo connessi sono il rischio di tasso d'interesse (*duration - tempo*), il rischio di *default* dell'emittente (probabilità), il rischio di cambio (volatilità), il rischio di liquidità (*bid-ask spread*), il rischio di *rating* e il rischio paese. Ognuno di questi può essere in qualche modo misurato; tuttavia le unità di misura sono tra loro intrinsecamente diverse. Per tale ragione, è stata avvertita la necessità di ricercare una misura di rischio che possa esprimere in modo esaustivo tutte le informazioni relative alla pluralità di rischi specifici connessi a tutte le possibili configurazioni tra tipologia di controparte e forma tecnica adottata.

In seguito, è stato avviato un processo finalizzato alla maggior formalizzazione delle conoscenze relative alla misurazione e alla gestione dei rischi. In quest'ambito, particolari meriti devono essere attribuiti alla funzione di *risk management* di JP Morgan, la quale si è dimostrata particolarmente efficace nello proporre soluzioni altamente innovative che tuttora rappresentano, anche se non esenti da limiti, i fondamenti su cui si basano tanto le conoscenze di *risk management* attuali quanto le disposizioni di vigilanza sugli intermediari finanziari.

Con riferimento alle modalità attraverso cui tale processo si è svolto, si è precedentemente detto che la misurazione del rischio può avvenire attraverso strumenti molteplici e che si è avvertita la necessità di raggiungere un livello di integrazione

maggiore per rispondere alla sempre maggior complessità dei mercati. A partire da tale considerazione è risultato subito evidente come il concetto di rischio non sia assolutamente univoco. Per esempio, nel sentire comune, la nozione di rischio assume prevalentemente una connotazione negativa. Tale visione, tuttavia, non è assolutamente compatibile con il significato che la stessa assume in ambito finanziario, nel quale il rischio può essere inteso anche come la possibilità di realizzare un extra-rendimento. Si tratta di un'osservazione tutto sommato ovvia; tuttavia essa evidenzia la natura del *trade-off* rischio-rendimento per cui gli operatori accettano un livello di rischio maggiore solamente qualora questo comporti aspettative di rendimento più elevate. In termini più rigorosi, pertanto, il comune sentire identifica il rischio come un fattore monodimensionale connesso all'incertezza di eventi negativi. Al contrario, in ambito finanziario, il rischio è inteso come un concetto bidimensionale che considera tanto la probabilità di subire una perdita quanto quella di conseguire un utile. Ne deriva la possibilità di rappresentare il rischio come una variabile casuale che descrive i possibili esiti futuri di un business.

A questo punto, è evidente come la questione si complichi notevolmente, nel senso che descrivere il rischio nei termini suddetti implica la necessità di gestire contemporaneamente le due dimensioni del fenomeno, determinando così l'impossibilità di sintetizzarlo in un semplice valore numerico. Nel tentativo di superare il problema, Markowitz introdusse nel proprio lavoro l'assunzione molto forte di una distribuzione simmetrica dei rendimenti (per maggiori approfondimenti si veda Markowitz [71] e Marling e Emanuelsson [70]); tuttavia, a ben vedere, tale soluzione fu molto lontana dall'essere definitiva ed ebbe solamente la conseguenza di rinviare al futuro la trattazione del problema. Infatti, attraverso tale semplificazione, si riuscì a rappresentare sia le situazioni negative e sia quelle positive attraverso il concetto di volatilità permettendo di esplicitare la misura del rischio in termini generici. Nella realtà, l'ipotesi di simmetria dei rendimenti non è verificata e dunque il momento secondo della distribuzione perde di interpretazione diretta (cfr. Appendice B). Infatti, in una distribuzione simmetrica, la varianza ha una precisa interpretazione e indica uno scostamento dal valore atteso, che può essere analiticamente definito, rappresentato ed interpretato in termini finanziari. Invece, in caso di distribuzione asimmetrica, la misura perde ogni valenza interpretativa poiché gli scostamenti dalla media assumono ordini di grandezza diversi, tanto che la varianza diventa solamente un semplice momento di una funzione di densità di probabilità. In altri termini, è sufficiente rimuovere l'ipotesi forte ed irrealistica inserita da Markowitz nel corso dei propri studi per smentire la reale consistenza della varianza nella definizione di una misura di rischio generale.
Ritornando alla questione centrale relativa alla qualificazione del concetto di rischio, si è detto come esso possa essere interpretato in termini di distribuzione probabilistica.

Si è altresì evidenziato che, in questo modo, il rischio conserva la propria natura di fenomeno bidirezionale in quanto si considerano sia la dimensione delle perdite e sia quella dei profitti, in modo del tutto coerente con la natura del *trade-off* tra rendimento atteso e rischio. A questo punto emergono tre problematiche di rilievo:

a) la bidimensionalità del rischio implica che la sua misura non possa essere espressa in termini univoci, ossia attraverso un semplice valore numerico analiticamente fondato e con valenza cardinale, inducendo così la ricerca di una metrica che possa sintetizzare in modo immediatamente comprensibile ogni informazione rilevante per la sua quantificazione;

b) la ricerca di un modello generale per la misurazione del rischio in grado di fornire una risposta universalmente applicabile e sintetica alle esigenze che sono nel tempo emerse: da questo punto di vista è evidente come la ricerca debba essere catalogata come infruttuosa poiché, dal punto di vista microeconomico, il rischio è un concetto inscindibilmente legato alle funzioni di utilità dei singoli operatori, le quali richiedono l'esplicitazione di un termine di avversione al rischio molto lontano dall'essere qualificabile come un parametro oggettivo;

c) la definizione del rischio in termini oggettivi o, in altri termini, la possibilità di esprimere il rischio in modo da darne un riscontro empirico attraverso misure e/o strumenti derivanti dalla teoria delle probabilità. Più in particolare, l'idea è quella di determinare tutte le possibili realizzazioni future di una variabile aleatoria in un orizzonte temporale definito da:

   i. t_0 che rappresenta l'istante attuale nel quale viene condotta l'analisi;

   ii. t_1 che identifica l'istante futuro entro il quale l'analisi si riferisce.

   Per svolgere tali valutazioni è necessario disporre di informazioni tali da tradurre in termini attuali l'alea insita nel periodo temporale tra t_0 e t_1 e rappresentarla come distribuzione degli esiti possibili in t_1. Allo stesso modo, si rende anche necessaria l'esplicitazione di un periodo di analisi in considerazione della maggior aleatorietà connessa ad intervalli temporali più protratti. Il punto di forza di tale approccio risiede nella possibilità di mantenere l'oggettività dell'analisi e la bidimensionalità tipica dell'interpretazione finanziaria del rischio senza, tra l'altro, contrastare con i fondamentali delle scienze microeconomiche.

Si è precedentemente detto che l'obiettivo dei ricercatori di JP Morgan fu quello di sviluppare uno strumento in grado di mantenere l'oggettività e l'univocità della misura del rischio, pur mantenendo fermo il fulcro del ragionamento condotto sulla funzione di utilità, ovvero l'accezione soggettiva del rischio inteso dal punto di vista microeconomico. Per risolvere il problema, essi ipotizzarono di porsi nell'ottica

imprenditoriale di un ipotetico soggetto che deve valutare l'eventualità di intraprendere un nuovo business. Assumendo che sia possibile esplicitare e valutare (e non stimare) la distribuzione dei possibili esiti futuri o, in altri termini, che si conoscano tutte le possibili realizzazioni della variabile casuale al tempo t_1, l'imprenditore potrebbe redigere un conto economico stocastico, in cui ogni componente di costo e di ricavo non è espressa in modo deterministico, ma come variabile casuale. Tuttavia, l'imprenditore non si pone il problema di stimare, con tutta la sua complessità, un conto economico stocastico; invece, essendo a conoscenza del profilo di rischio attuale e dei possibili risultati di fine periodo ponderati per le rispettive probabilità, ossia di un'informazione assoluta anche se non deterministica, egli si pone un problema logico[1]. Procedendo in questo modo è stato possibile aggirare gli ostacoli delineati in precedenza e, contemporaneamente, fornire una soluzione alle esigenze che erano emerse in ambito applicativo. Più in particolare, se viene identificato il rischio assegnando alla sua misura la natura di prezzo per accedere alla sperimentazione del *payoff* delineato dal dominio della funzione di densità di probabilità Profit&Loss, il problema viene risolto attraverso il concetto di prezzo, ossia per mezzo di un valore chiaramente numerico, oggettivo e univariato, nonché rappresentativo di un'unità monetaria che permette di ordinare i possibili progetti di business alternativi. In aggiunta, il prezzo è un valore univoco e indipendente dalle funzioni di utilità dei singoli operatori: esso, pertanto, rappresenta una parametro oggettivo che, pur se determinato in ottica di mercato sulla base delle singole funzioni di utilità, è definito in termini monetari senza che sia necessario esplicitare le funzioni di utilità che concorrono a determinare le forze di domanda e offerta. In questo modo la soluzione si presenta coerente con la teoria microeconomica, pur mantenendo le caratteristiche richieste.

A questo punto dell'analisi, tuttavia, resta ancora da chiarire il rapporto che il rischio intrattiene con la funzione di probabilità P&L, ossia con lo strumento analitico che permette, senza entrare nel merito, di rappresentare tutti i possibili scenari futuri. Una prima risposta fu fornita dalla funzione di *risk management* di JP Morgan con un'interpretazione convincente, anche se non esente da limiti: tale risposta si basa sulla considerazione per cui l'imprenditore, nell'intraprendere un business, deve investire inizialmente un ammontare di capitale, a sua volta interpretabile come prezzo per eccedere all'investimento che, nota la distribuzione dei possibili esiti del progetto,

[1] Ancora, qualora l'imprenditore conoscesse ogni aspetto del progetto, tutta la massa delle probabilità della funzione di Profit&Loss degenererebbe nel solo valore zero. Ciò accade poiché il meccanismo di domanda e offerta è tale per cui, fintanto che un determinato progetto assicura rendimenti attesi positivi, vi saranno sempre soggetti disposti ad intraprendere quel determinato business fino ad annullarne del tutto ogni aspettativa di rendimento. Nella realtà, in cui il rendimento non è un dato certo *ex ante*, è intuitivo dimostrare come nelle scelte imprenditoriali sia presente un rischio relativo all'effettivo risultato economico dell'investimento, ovvero una variabilità rappresentata dal dominio degli esiti al tempo t_1 della funzione di densità di probabilità Profit&Loss.

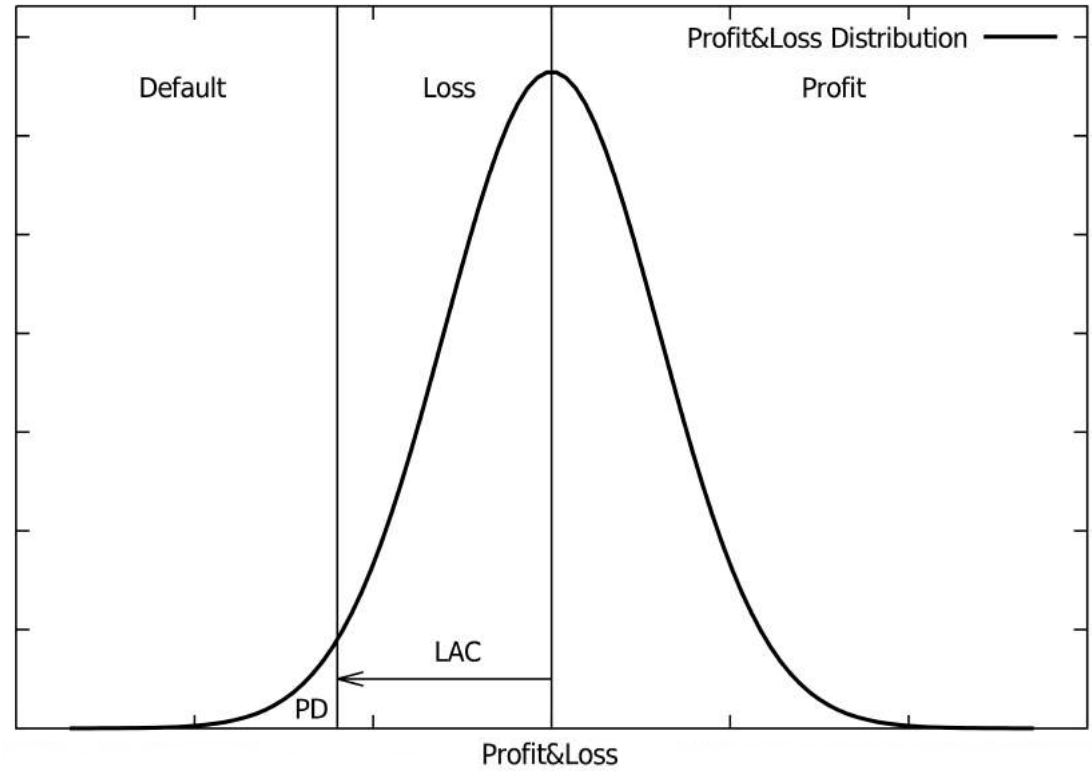


Figura 1.1: *Loss Adsorbing Capacity and Profit&Loss Distribution*

corrisponde esattamente alla massima perdita sopportabile, nella consapevolezza di poter sperimentare tanto un evento positivo quanto uno negativo.

Sulla base di quanto si è detto fino a questo momento, è ora possibile affermare che il capitale possa essere interpretato come:

a) prezzo per accedere alla sperimentazione degli esiti possibili di un progetto di investimento;

b) massima perdita sopportabile (*Loss Adsorbing Capacity* - LAC).

Di particolare interesse è l'interpretazione del capitale in termini di *Loss Adsorbing Capacity*: infatti, tenendo conto che una determinata quantità di capitale è in grado di assorbire perdite al massimo pari al proprio ammontare, è possibile collocare il capitale nella rappresentazione grafica del *risk profile* (cfr. Figura 1.1). Ciò permette anche di definire analiticamente la *probability of default* (PD) come:

$$\text{PD} = \int_{-\infty}^{\text{LAC}} f(\text{P\&L})\ d(\text{P\&L}). \tag{1.1}$$

Ne deriva che esplicitare il capitale permette di definire dal punto di vista teorico la PD, ovvero una misura connessa all'incertezza insita negli esiti futuri di un business. Tale aspetto è di fondamentale rilevanza poiché permette di classificare i progetti di investimento in modo analitico e teoricamente fondato.

Da un altro punto di vista, è possibile affermare che la PD rappresenti anche il livello di credibilità sul mercato di un dato operatore economico. In altri termini, la probabilità di insolvenza rappresenta anche l'indicatore del livello di affidabilità di una controparte, nella prospettiva di un ipotetico operatore terzo che intenda intrattenervi una qualsiasi forma di rapporto commerciale o finanziario. Focalizzandosi su quest'ultima tipologia di rapporti, la prima conseguenza diretta di quanto affermato riguarda il costo del capitale di rischio (r_e) e del capitale di debito (r_d).

Più nel dettaglio, per quanto riguarda la relazione tra *probability of default* e costo del debito, è possibile affermare che al crescere della PD crescerà anche il costo del capitale di debito, essenzialmente a causa della maggior rischio di inadempienza subito dal creditore che impatta direttamente sullo *spread* richiesto sul debito. Analogamente, maggiore è la quantità di *Loss Adsorbing Capacity*, minori saranno la *default probability* e il costo del capitale di debito[2].

Ovviamente la quantità di capitale non potrà mai essere tale da escludere ogni possibilità di perdita per via del costo del suo reperimento sul mercato. Ne deriva la necessità di affrontare il problema della gestione del *trade-off* tra maggiore affidabilità e maggiore redditività o, anche, tra costo del capitale di debito e del capitale di rischio, che devono tenere rispettivamente conto di condizioni ambientali quali il livello dei tassi praticati sul mercato e i tassi di rendimento richiesti per settore di attività[3].

Vista la peculiare chiave di lettura del capitale, risulterà a questo punto evidente la motivazione per la quale la disciplina di vigilanza sulle istituzioni finanziarie si basi, per buona parte, sul concetto di capitale così inteso. Infatti, data la particolare natura delle istituzioni finanziarie, intese come operatori di mercato che operano in regime regolamentato, il primo pilastro del filone sul capitale di Basilea III detta disposizioni in materia di dotazione patrimoniale minima e di massima rischiosità accettabile

[2]Sostanzialmente si tratta degli stessi risultati ottenuti da Modigliani e Miller nel corso dei propri studi (cfr. Modigliani e Miller [79]).

[3]Una volta noto il tasso di rendimento di settore, è necessario, per quanto possibile, garantire agli azionisti quel livello specifico di redditività poiché, se quella conseguita effettivamente fosse maggiore, l'impresa corrisponderebbe una remunerazione sul capitale proprio eccessivamente elevata o, nel caso contrario, l'investimento nell'impresa non sarebbe appetibile per gli investitori. Infatti, più in generale, settori di mercato distinti sono caratterizzati da profili di rischio diversi e, pertanto, anche dal premi al rischio diversi.

secondo logiche analoghe a quelle finora analizzate. Più nello specifico, considerate le particolarità dell'attività svolta, ad una banca non è concesso, come accadrebbe qualora operasse in regime non regolamentato, dotarsi di un ammontare esiguo di capitale, pur con la consapevolezza di esporsi ad un'elevata probabilità di insolvenza e, di conseguenza, a costi di *funding* altrettanto elevati. Infatti, la disciplina di vigilanza dispone che le banche, dato un profilo di rischio che le caratterizza, non possano operare con una PD maggiore dello 0.1%. Di conseguenza, si prevede che la banca detenga almeno l'ammontare di capitale coerente con la massima *default probability* richiesta dalla norma. Infatti, qualora si fissi un ammontare di capitale, si viene a determinare una probabilità di insolvenza come conseguenza dell'ammontare di capitale detenuto; mentre, come nel caso dei requisiti richiesti alle banche, stabilendo una soglia massima di probabilità di insolvenza, è possibile ottenere l'ammontare di capitale necessario ad assicurare almeno quella probabilità, purché sia noto il profilo di rischio caratteristico della singola banca.

Si è detto che porre un vincolo sulla *probability of default* significa porre un vincolo di capitale, ovvero richiedere di detenere almeno l'ammontare di capitare ad assicurare la massima probabilità d'insolvenza concessa dall'*authority*. Nel caso in cui la banca non rispetti tale vincolo, la stessa non soddisfa i requisiti di vigilanza. Ciò significa che la banca sta operando in un business troppo rischioso rispetto a quanto richiesto dal *regulator* tenuto conto della sua dotazione patrimoniale. Ne deriva che essa dovrà ricercare dei profili di business tali da permettere il rispetto dei requisiti di vigilanza o, alternativamente, dovrà aumentare il capitale fino a che il proprio patrimonio sia coerente con la massima probabilità di insolvenza concessa. Di conseguenza, la banca deve selezionare i business caratterizzati da una rischiosità compatibile con l'ammontare *loss adsorbing capacity* detenuto al fine di rispettare i requisiti di vigilanza ed il vincolo sulla probabilità di insolvenza.

In questo contesto, i c.d. "modelli interni" rappresentano le modalità attraverso cui stimare il profilo di rischio della banca, ragionando in termini di masse di probabilità e di *loss adsorbing capacity*.

1.2 Il rischio di credito

Il rischio di credito può essere definito come il rischio che una controparte non adempia per capitale ed interessi alle proprie obbligazioni. Tuttavia non si tratta di una definizione convincente poiché si focalizza esclusivamente sull'evento "insolven-

za" quando la fattispecie è molto più ampia[4]. Infatti, tale definizione pone l'accento unicamente sulla capacità del debitore di ripagare il debito, ma non permette di cogliere fenomeni quali, ad esempio, la differenza tra gli *spread* applicati alla clientela *retail* di una banca o tra quelli pagati dagli stati nelle emissioni obbligazionarie[5].

In aggiunta, è possibile osservare come il rischio di credito dipenda anche dalla forma tecnica utilizzata, essenzialmente per via delle diverse tutele previste a beneficio del creditore. Un discorso a parte, invece, deve essere condotto con riferimento alle garanzie eventualmente prestate. Chiaramente, si fa riferimento a previsioni contrattuali che riguardano la forma tecnica dell'esposizione; tuttavia esse rappresentano una dimensione del rischio di credito influenzata anche da fattori esterni. Infatti, tale dimensione comprende sia aspetti contrattuali come la quantità e la qualità delle garanzie prestate, ma anche aspetti macroeconomici relativi all'andamento del mercato delle stesse. Si tratta, in entrambi i casi, di dimensioni del rischio di credito non direttamente connesse alle qualità del creditore ma che contribuiscono in modo significativo ad accrescere la complessità della fattispecie oggetto di studio.

Si è detto che il rischio di credito non è identificabile nel solo rischio di insolvenza: infatti è possibile osservare come, anche a parità di controparte, esso ricomprenda fattispecie ulteriori. E' evidente, a questo punto, che il rischio di credito sia un fenomeno caratterizzato da estrema complessità e che pertanto non possa essere agevolmente definito in termini generali. Una problematica ulteriore che contribuisce ad incrementare le difficoltà nella trattazione e nella definizione del problema è legata alla molteplicità delle forme tecniche: da questo punto di vista, infatti, è necessario sottolineare che il rischio di credito riguarda anche strumenti non quotati, dei quali non è possibile disporre dei prezzi di quotazione, con la conseguente impossibilità di condurre analisi

[4]Si pensi alla crisi del debito sovrano del biennio 2010-12 durante la quale gli *spread* pagati da molti stati europei sui propri titoli di debito sono aumentati fino a livelli insostenibili. Tale conseguenza si è verificata per cause direttamente connesse al rischio di credito. Infatti, definendo lo *spread* come il differenziale di rendimento richiesto dal mercato su un titolo rischioso per renderlo indifferente rispetto ad un titolo *risk-free* (premio al rischio), è chiaro come l'aumento della rischiosità percepita impatti direttamente sullo *spread* richiesto e, quindi, sul costo dell'indebitamento del singolo debitore.

[5]Infatti, anche in caso di solvibilità delle controparti, vi possono essere variazioni molto ampie sugli *spread* e, di conseguenza, nel caso di titoli quotati, variazioni altrettanto ampie sui prezzi degli stessi; ciò anche se il merito di credito attuale dei creditori rimane sostanzialmente invariato. Da questo punto di vista, assumendo che tutte le controparti rimangano solvibili, è presente una dimensione del rischio di credito connessa al cambiamento della percezione relativa alla capacità futura di ripagare il debito. In altri termini, se varia la probabilità di *default* della controparte, ovvero se aumenta il rischio percepito, derivano dirette ripercussioni sugli *spread* e, di conseguenza, sui prezzi dei titoli. Pertanto, è possibile affermare che vi siano aspetti del rischio di credito che si manifestano senza che il relativo effetto derivi dall'insolvenza della controparte. Nel caso dei titoli quotati, infatti, è possibile osservare ampie fluttuazioni dei prezzi, pur in mancanza di variazioni significative del merito creditizio attuale della controparte. Ciò spiega il motivo per cui anche il *downgrading* o l'*upgrading* del *rating* impattano in modo significativo sui prezzi dei titoli quotati: si tratta di un aspetto del rischio di credito che è emerso con particolare evidenza durante la crisi del debito sovrano.

basate sulle distribuzioni di probabilità dei rendimenti.

In definitiva, anche sulla base di quanto precedentemente affermato, è possibile fornire una definizione del rischio di credito attraverso la trattazione, seppur schematica, delle dimensioni che, contemporaneamente, concorrono alla sua determinazione e ne costituiscono le cause. Esse sono le sono le seguenti:

a) il rischio di insolvenza (o rischio di *default*), ovvero il rischio che una controparte si dimostri incapace di adempiere con regolarità le proprie obbligazioni;

b) il rischio di recupero, che consiste nell'incertezza relativa all'effettivo importo recuperato su un'esposizione in *default*;

c) il rischio di migrazione, ossia il rischio di un deterioramento del merito di credito della controparte e conseguente *downgrading* del relativo *rating*;

d) il rischio di *spread*, ovvero il rischio relativo all'aumento dello *spread* richiesto dal mercato e alla conseguente diminuzione del valore corrente delle esposizioni già in essere, peraltro senza che si sia verificato un effettivo peggioramento del merito di credito dei debitori;

e) il rischio di esposizione, o il rischio di aumento del valore dell'esposizione all'approssimarsi dell'insolvenza della controparte (cfr. Sezione 3.2).

Si tratta, in ogni caso, di dimensioni del rischio di credito la cui rilevanza e la specifica configurazione assunta dipendono tanto dalle caratteristiche della controparte, quanto dalla tipologia di forma tecnica. A titolo esemplificativo, infatti, è possibile affermare che:

a) il rischio di recupero è rappresentato, in caso di titoli liquidi, dall'incertezza connessa al prezzo del titolo medesimo una volta verificatosi il *default* della controparte mentre, in caso di strumenti illiquidi, lo stesso è rappresentato dall'incertezza relativa al valore di realizzo delle garanzie eventualmente prestate e all'esito delle procedure concorsuali (cfr. Sezione 3.3).

b) il rischio di migrazione consiste, se la controparte è quotata e dispone di un *rating*, nel rischio che la controparte stessa subisca un *downgrading* del *rating* (cfr. Sezione 4.3); in caso contrario, il rischio di migrazione è rappresentato dall'incertezza connessa al peggioramento del merito creditizio della controparte, tale da indurre la banca a classificare l'esposizione tra le c.d. "partite anomale". Peraltro, differisco anche le conseguenze connesse al verificarsi dell'evento rischio: nel primo caso, il *downgrading* comporta una diminuzione del prezzo del titolo e una perdita in conto capitale per la banca; nel secondo, invece, la

conseguenza consiste nel maggior assorbimento patrimoniale (dal punto di vista della vigilanza) per via dell'accresciuta rischiosità dell'esposizione medesima.

1.3 L'approccio valutativo

Parallelamente alla teoria generale del rischio, originatasi a partire dagli inizi degli '90, si aprì un filone relativo alla generalizzazione e all'evoluzione delle conoscenze in materia di rischio di credito. Più in particolare, una delle principali conseguenze derivanti dall'adozione di un concetto di rischio basato sul capitale fu la sopravvenuta consapevolezza circa l'inadeguatezza delle conoscenze in materia di rischio di credito. Da qui l'inizio di un periodo caratterizzato da numerose ricerche che condussero alla formulazione di una teoria del rischio di credito unificata.

Una delle prime difficoltà che emersero riguardava la necessità di ricomprendere un elevato numero di fattispecie in una definizione generale: infatti, il rischio di credito deve essere valutato per ogni strumento che prevede pagamenti futuri prestabiliti. L'unica tipologia di strumenti non soggetti al rischio di credito è rappresentata dai titoli azionari, nei quali non è previsto alcun obbligo per l'emittente di corrispondere ai propri azionisti somme di denaro a titolo di dividendo, con la conseguente assenza di alcun rapporto di obbligazione. Tutte le altre tipologie di strumenti, invece, prevedono, in qualche misura, pagamenti differiti nel tempo, più o meno certi nell'effettivo importo, ma comunque dovuti. Da qui la necessità di definire una teoria che possa valutare qualunque tipologia di strumento.

Per perseguire tale obiettivo è necessario procedere declinando il rischio di credito per ogni possibile tipologia di controparte e di forma tecnica. Conseguentemente, è possibile rappresentare il rischio di credito in forma matriciale, mettendo così in evidenza la relazione funzionale che sussiste tra strumenti e controparti, in modo da rappresentare ogni particolare configurazione di rischio di credito osservabile nel mercato.

L'obiettivo è quello di creare una sovrastruttura teorica che permetta di trattare ogni fattispecie come un caso particolare di una medesima categoria logica. Infatti, in assenza di una simile sovrastruttura, ogni manifestazione del rischio di credito rimarrebbe indipendente e non confrontabile con le altre, rendendo di fatto impossibile il raggiungimento di una soluzione generale ai problemi precedentemente sollevati. Più in particolare, occorre procedere considerando le configurazioni di rischio di credito come una realizzazione di una categoria generale, a sua volta caratterizzata da una specifica combinazione di tre elementi fondamentali. Ciò consente di ricostruire ogni

fattispecie agendo sulla composizione dei tre elementi che la compongono e di ottenere così una rappresentazione dell'intero fenomeno analizzato, senza tra l'altro perdere l'informazione relativa alle modalità attraverso le quali lo stesso si manifesta.

Si è osservato che il rischio di credito è scomponibile in tre componenti (o *credit risk components*), ovvero di tre elementi semplici, universalmente validi e variamente combinabili; questi ultimi sono i seguenti:

a) **Credit Quality.** Si tratta di un elemento di valutazione connesso alla capacità del debitore di rimborsare le obbligazioni precedentemente assunte: pertanto costituisce una componente del rischio di credito che riguarda chiaramente la dimensione della controparte (cfr. Sezione 3.1).

b) **Exposure at Default.** L'EAD rappresenta l'ammontare del debito residuo al momento del *default* della controparte. Più in particolare, non si tratta dell'esposizione attuale verso una determinata controparte, ma dell'esposizione al tempo futuro in cui si dovesse eventualmente verificare l'insolvenza della stessa: per tale ragione, si tratta di un elemento che riguarda la dimensione dello strumento. L'*exposure at default* può essere deterministica (e non contribuire a determinare l'aleatorietà del fenomeno) oppure di natura stocastica (cfr. Sezione 3.2).

c) **Recovery Rate.** L'RR è una componente del rischio di credito che riguarda la dimensione dello strumento e indica l'ammontare recuperabile di una specifica posizione di rischio in caso di insolvenza della controparte (cfr. Sezione 3.3). Come si vedrà nel seguito, il *recovery rate* è fondamentale per la stima della *loss given default* (cfr. Sezione 4.2).

Dunque, in definitiva, nella presente Parte I ci si propone di recepire tale schema analizzando singolarmente le modalità di stima delle componenti del rischio di credito, per poi aggregare i risultati ottenuti fino ad ottenere la stima del profilo di rischio della singola esposizione. Infine, si procederà sintetizzando i risultati ottenuti al fine di stimare il profilo di rischio del portafoglio complessivo della banca, evidenziando anche le implicazioni e le potenzialità in chiave gestionale delle analisi condotte. Nella successiva Parte II, invece, l'obiettivo è quello di declinare le nozioni ed i modelli analizzati al fine di analizzare e valutare la gestione del rischio di credito del Gruppo UniCredit, il quale da questo punto di vista risulta essere di assoluto interesse sia per la sua rilevanza per il sistema bancario italiano e sia per la dimensione e la diversificazione delle attività svolte, nonché per il processo di transizione verso una gestione del rischio più evoluta che il Gruppo ha iniziato negli ultimi anni.

Da questo punto di vista, infine, si ritiene di sottolineare come ogni argomento che costituirà oggetto del presente lavoro sia animato da considerazione e, contem-

poraneamente, risponda a reali necessità gestionali degli Intermediari vigilati. Infatti, ogni modello, metodologia, approccio e attività producono degli effetti sulla capacità della struttura di misurare e gestire adeguatamente i rischi. Ciò non solo dal punto di vista prettamente economico-finanziario, ma anche dal punto di vista della vigilanza regolamentare poiché per gli intermediari è previsto il rispetto di adeguati requisiti patrimoniali e relativi alla c.d. *corporate governance*. Pertanto un sistema di misurazione del rischio adeguato impatta immediatamente sul rispetto dei requisiti organizzativi in materia di funzione di gestione dei rischi e continuativamente sulla capacità dell'intermediario di rispettare i requisiti prudenziali previsti con riferimento alla dotazione patrimoniale minima che consenta all'intermediario di operare. Da questo punto di vista, infatti, è noto che le Autorità di Vigilanza hanno la facoltà di erogare sanzioni all'intermediario che non rispetta i requisiti richiesti, di richiedere agli stessi requisiti prudenziali più stringenti ai sensi dell'art. 53, 3 co., lett. d) TUB e di proporre di assoggettare i soggetti vigilati alle procedure di amministrazione straordinaria *ex* art. 70 *ss.* TUB e di liquidazione coatta amministrativa *ex* art. 80 *ss.* TUB, purché ne ricorrano i presupposti richiesti dalla normativa primaria. Pertanto, visto che le Autorità hanno un potere molto ampio sugli intermediari, ossia un potere che astrattamente può arrivare anche alla revoca dell'autorizzazione all'esercizio dell'attività bancaria, è evidente come il rispetto dei requisiti di vigilanza sia un obiettivo imprescindibile per la redditività e, in casi estremi, per la continuità operativa dello stesso intermediario.

Detto questo, è opportuno declinare tali affermazioni per tener conto delle specificità e della rilevanza della gestione dei rischi per le banche. Per questi ultimi, viste le specificità dell'attività bancaria, è pacifico che la gestione dei rischi rappresenti attualmente l'attività critica per l'economicità, la salvaguardia del patrimonio ed il rispetto dei requisiti regolamentari (sia organizzativi e sia patrimoniali). Ciò, a parere di chi scrive, giustifica la valenza empirica e la validità a fini pratici dei modelli che saranno in seguito trattati, nel senso che si tratta di metodi posti a presidio dell'equilibrio economico-patrimoniale delle banche (almeno di quelle classificate tra gli intermediari a rilevanza sistemica) e comunque richiesti dalla Vigilanza.

Capitolo 2

Value at Risk e *Expected Shortfall*

2.1 Considerazioni generali

Nella Sezione 1.1 è stata espressa l'intenzione di quantificare il rischio come misura dell'ammontare di capitale necessario ad assicurare al massimo una certa probabilità di insolvenza; tuttavia, occorre specificare che oggetto di misurazione non sia il rischio in sé, ma bensì l'ammontare di capitale coerente con una determinata *probability of default*, per un dato profilo di rischio. Tale "misura di rischio", proposta per la prima volta da JP Morgan [60], è conosciuta come "*Value at Risk*" (VaR) e spesso definita come "la massima perdita potenziale in un certo orizzonte temporale con un dato livello di confidenza". Quest'ultima, tuttavia, non è una definizione accettabile poiché, con riferimento al rischio di credito, l'accento deve essere posto sulla quantificazione del capitale, una volta imposta dal *regulator* la soglia massima di probabilità di insolvenza. In definitiva, sembra che il "dato livello di confidenza" sia un parametro tecnico utile alla sola stima di un quantile, con la conseguenza di perdere di vista il reale significato della misura. Quest'ultimo, infatti, è ben più profondo ed equivale a imporre un livello di resistenza della struttura e, coerentemente a questo, richiedere alla banca un vincolo minimo sul capitale, dato il profilo di rischio che la caratterizza. Dunque, il VaR rappresenta, più correttamente, un vincolo di capitale imposto in termini di probabilità di *default*. Pertanto è possibile affermare che il *Value at Risk* non sia una semplice misura di rischio, ma la traduzione dello stesso in termini di capitale.

Tuttavia, ben presto, si osservò che con riferimento a portafogli più rischiosi il calcolo del VaR restituiva una valore inferiore rispetto a quanto non accadesse per portafogli caratterizzati da una rischiosità più contenuta. Così, nel 1998, nel Dipartimento di matematica del Politecnico ITH di Zurigo, si riuscì a comprendere la causa per cui il VaR restituiva risultati a volte incoerenti. Sulla base di tali risultati, si iniziò a distinguere tra misure di rischio incoerenti e misure di rischio coerenti, poiché solamente

queste ultime rispettano una serie di requisiti di consistenza (cfr. Artzner, Delbaen, Eber e Heath [13])[1].

Definizione 2.1.1 (*Misura di rischio*). Sia Ω l'insieme dei possibili rischi e sia $\xi \sim X(\mu, \sigma^2)$ l'insieme di tutti i possibili stati del mondo in funzione di Ω al termine del periodo Δt, una misura di rischio è il *mapping* di Ω in $\mathbb{R}$.

Assioma T (*Translation invariance*).

$$\Psi(X + \gamma \cdot r) = c(X) - \gamma\,; \quad \forall\, X \in \Omega,\ \gamma \in \mathbb{R}. \tag{2.1}$$

Commento 2.1.1 (*Translation invariance*). L'assioma di invarianza per traslazione prevede che, aggiungendo/sottraendo un ammontare di capitale γ ad un'esposizione, la relativa misura di rischio diminuisce/aumenta di una quantità pari ad γ. Come conseguenza si ha che:

$$\Psi(X + \Psi(X) \cdot r) = 0\,, \quad \forall\, X \in \Omega. \tag{2.2}$$

Assioma S (*Subadditivity*).

$$\Psi(X_1 + X_2) \leq \Psi(X_1) + \Psi(X_2)\,; \quad \forall\, X_1, X_2 \in \Omega. \tag{2.3}$$

Commento 2.1.2 (*Subadditivity*). Il rispetto dell'Assioma S implica che l'aggregazione di due rischi distinti non possa generare una misura di rischio più elevata rispetto alla somma delle misure di rischio calcolate individualmente[2]. Si tratta di una proprietà di assoluta rilevanza non soltanto per il *risk management*, ma anche in ottica di regolamentazione di vigilanza. Infatti, qualora una misura di rischio valida ai fini del calcolo del requisito patrimoniale minimo non soddisfi tale proprietà potrebbe accadere che, suddividendo un rischio in più conti, sia richiesto un ammontare di capitale regolamentare inferiore[3].

Assioma PH (*Positive homogeneity*).

$$\Psi(\lambda \cdot X) = \lambda \cdot \Psi(X)\,; \quad \forall\, \lambda \geq 0,\ X \in \Omega. \tag{2.4}$$

Commento 2.1.3 (*Positive homogeneity*). L'Assioma di omogeneità positiva significa che moltiplicando per un fattore di scala λ che amplifichi l'intensità dell'esposizione al rischio X, la relativa misura di rischio risulta anch'essa moltiplicata per il medesimo fattore λ. In altre parole, ciò significa che l'intensità del rischio non dipende dalla liquidabilità dell'esposizione.

[1] Per approfondimenti si veda anche Acerbi e Tasche [2] e Acerbi e Tasche [1].

[2] Si noti che $\Psi(X_1 + X_2) \leq \Psi(X_1) + \Psi(X_2)$ rappresenta un caso limite decisamente irrealistico poiché tale situazione si verifica solamente qualora le posizioni di rischio sono perfettamente indipendenti. Per quanto riguarda le forme di dipendenza, esse verranno trattate nel corso del Capitolo 4.

[3] Per ulteriori commenti vedere Proposizione 2.2.1.

Assioma M (*Monotonicity*).

$$\Psi(Y) \leq \Psi(X)\,; \quad \forall\, X,\ Y \in \Omega,\ X \leq Y. \tag{2.5}$$

Commento 2.1.4 (*Monotonicity*). L'assioma di monotonia, in modo intuitivo, richiede che la misura di rischio associata ad una posizione che presenta una redditività maggiore debba essere inferiore rispetto ad una associata ad una posizione di rischio con una redditività inferiore. In altri termini, posto che la misura di rischio è funzione del rischio che è preposta a misurare, tale funzione $\Psi_X = F(X) : \Omega \longrightarrow \mathbb{R}$ è monotona crescente.

Definizione 2.1.2 (*Misura di rischio coerente*). Una misura che soddisfa congiuntamente gli assiomi di invarianza per traslazione, subadditività, omogeneità positiva e monotonia è detta coerente.

Con particolare riferimento al VaR, tale misura è stata inserita tra le misure incoerenti poiché, in quanto misura locale, è rappresentato da un quantile, ovvero di un valore che si disinteressa completamente della configurazione assunta dalle code della relativa distribuzione di probabilità: per tale ragione il VaR resta invariato anche qualora una coda della distribuzione, a parità di quantili, considera eventi molto più negativi di altri. Ciò è conseguenza del mancato rispetto dell'Assioma S.

$$\mathrm{VaR}^{\alpha} = \mathbb{P}\,(\,L > \mathrm{VaR}^{\alpha}\,) = 1 - \alpha \tag{2.6}$$

Tuttavia vi sono misure che prendono in considerazione anche tutta la coda della distribuzione; la più usata in modo complementare al VaR è il c.d. "*Expected Shortfall*" (ES) che si configura come misura di rischio coerente. Più in particolare, l'ES non è altro che il valore atteso della perdita, assunta questa inferiore VaR. In pratica, nella determinazione dell'ES si calcola il valore atteso dei quantili inferiori al VaR ponderandoli per le rispettive probabilità; pertanto, in termini matematici, l'*expected shortfall* è rappresentabile come:

$$\mathrm{ES} = \mathbb{E}(\mathrm{Loss} \mid \mathrm{Loss} \geq \mathrm{VaR}) \tag{2.7}$$

Tale misura, dunque, tiene conto del maggior assorbimento di capitale di business che, anche a parità di VaR, presentano profili di rischio diversi in forza della diversa configurazione sulle code di quest'ultimo. Tuttavia, a differenza del VaR, l'ES è un valore atteso e non un quantile, pertanto non permette di tenere sotto controllo gli scostamenti dal quel determinato valore delle possibili realizzazioni da -∞ al VaR.

Si è detto che l'idea è quella di identificare sul profilo di rischio, ovvero la distribuzione relativa ai potenziali stati del mondo futuri, il capitale inteso in termini di

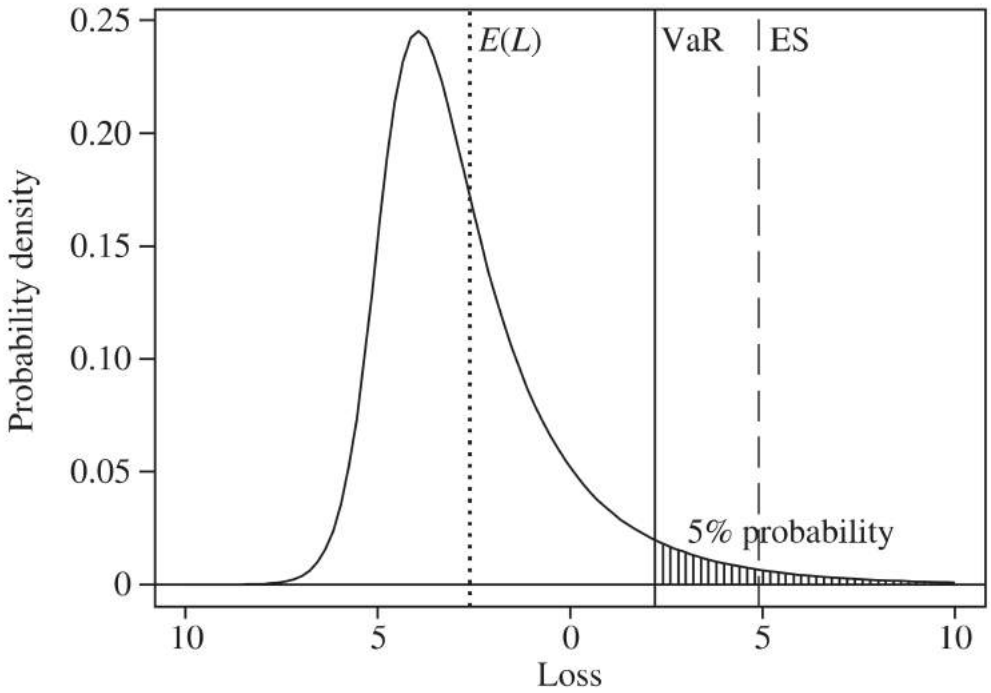


Figura 2.1: *Value at Risk and Expected Shortfall* (fonte: McNeil, Frey e Embrechts [74])

loss adsorbing capacity e, poi, di valutare quelli che sono i costi quell'ammontare di LAC comporta. I costi si articolano in:

a) costi diretti, ovvero i costi connessi al reperimento di un dato ammontare di capitale di rischio stimabili semplicemente come il prodotto tra la quantità di LAC e il rendimento da corrispondere agli azionisti (r_eLAC);

b) costi indiretti, ovvero i costi connessi alla probabilità di *default* di uno specifico business. Più nello specifico, tali costi sono connessi al livello di affidabilità derivante dalla quantità di LAC detenuta, la quale può lasciare senza copertura patrimoniale un numero più o meno elevato di realizzazioni avverse della v.c. P&L. Ne deriva che la PD, a sua volta funzione dell'ammontare di capitale, è fondamentale nella determinazione del premio al rischio (*spread*) da corrispondere sul capitale di debito.

Dunque, in base alla dotazione di capitale di rischio, il cui costo è pari al rendimento richiesto dagli azionisti, si determina, dato il profilo di rischio, la probabilità di *default*, la quale impatta direttamente sul costo del capitale di debito. Pertanto è presente un *trade-off* tra costo dell'equity (r_e) e costo del capitale di debito (r_d) che permette di declinare in termini di costi l'aleatorietà associata ad uno specifico profilo di rischio. E' chiaro, a questo punto, che l'obiettivo non è tanto quello di definire e misurare il

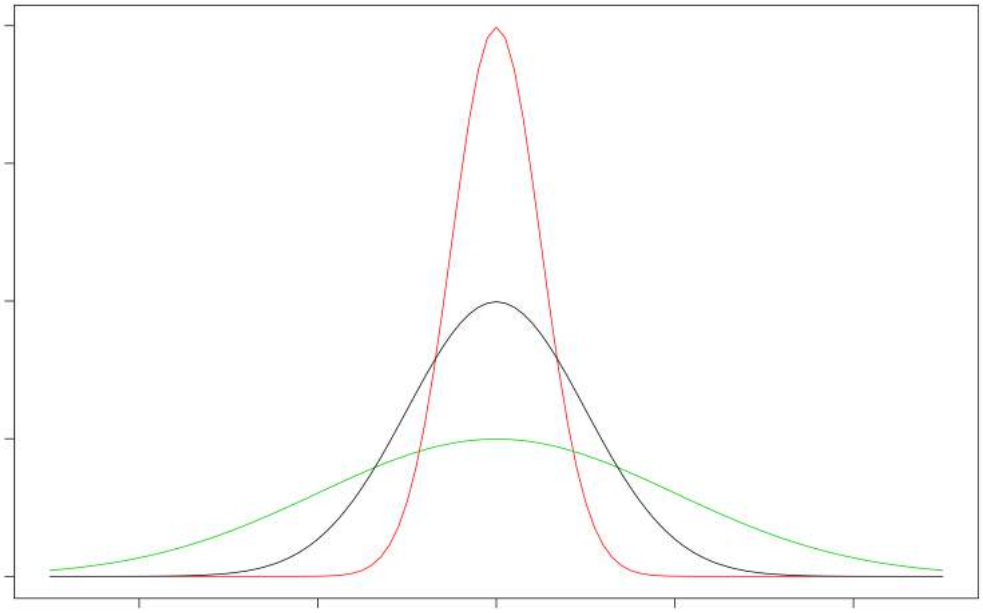


Figura 2.2: *Comparison between P&L distributions by volatility*

rischio in sé, ma piuttosto quello di stimare i costi ad esso connessi, da utilizzare poi nel calcolo di misure di rendimento *risk adjusted*. Infatti, alla base dell'approccio che ha permesso di accostarsi al problema, si pone l'impossibilità di rappresentare il rischio attraverso un unico valore numerico. Il rischio, inoltre, è un fenomeno mutevole a seconda della forma distributiva della v.c. P&L. Pertanto, l'oggetto di studio è rappresentato dai fenomeni connessi alla realizzazione di una variabile aleatoria, il cui esito non è noto al momento in cui l'analisi è svolta. Ciò, a ben vedere, costituisce l'essenza dei rendimenti e, allo stesso tempo, anche la causa della loro volatilità: tanto maggiore è la *standard deviation* di tale distribuzione, quanto più elevati sono il rendimento atteso del business e la rischiosità ad esso associata (cfr. Figura 2.2)[4].

Ciò per evidenziare che, grazie all'esplicitazione del capitale, è possibile tradurre in prezzi le informazioni implicite nella distribuzione di probabilità e, quindi, in costi da imputare a conto economico per ottenerne la rispettiva versione *risk adjusted*. Quanto detto evidentemente costituisce un passo in avanti decisamente rilevante dal punto di vista della sistematizzazione logica del problema; tuttavia è innegabile che l'applicazione pratica delle nuove conoscenze in materia abbia fatto emergere una molteplicità di limiti e problematiche. La prima è, appunto, rappresentata dall'incoerenza del VaR. Da questo punto di vista, tuttavia, è necessario specificare che nemmeno le misure di

[4] Ad esempio, quando una banca valuta se concedere un finanziamento, quest'ultima calcola il prezzo da applicare al proprio cliente anche in funzione della sua rischiosità, richiedendo uno *spread* tanto più elevato quanto maggiore è la *default probability* del cliente medesimo.

rischio coerenti, come l'*expected shortfall*, sono del tutto esenti da limiti e problematicità. Il secondo limite di tale approccio riguarda, invece, la sua generalità: è evidente che accostarsi al problema nei termini precedentemente descritti ha permesso di compiere un passo in avanti molto netto rispetto al passato. Tale approccio, pertanto, è certamente più generale ma non rappresenta la risposta definitiva ai problemi connessi alla gestione del rischio.

In particolare, il 2008 rappresenta un punto di svolta in quanto emersero in modo molto evidente i limiti dell'approccio basato sul capitale. In quell'anno, infatti, nelle maggiori istituzioni finanziarie statunitensi si sono verificati gravi problemi di liquidità poiché gli strumenti finanziari strutturati dalle stesse detenuti richiedevano una disponibilità di mezzi di pagamento molto elevata. Ciò fece comprendere che, nonostante i progressi compiuti, l'approccio basato sul capitale non fosse sensibile al problema della gestione della liquidità. In altri termini, si ha avuto modo di sperimentare che la validità di tale metodo sia limitata alle sole perdite potenziali, nella sopravvenuta consapevolezza che una crisi di liquidità non sia affrontabile solamente con capitale accantonato. Scendendo ancora più nel dettaglio, è possibile affermare che una crisi di liquidità non può essere fronteggiata con capitale poiché si tratta di un evento attuale e immediato che, contrariamente a quanto accade per le perdite, non può essere misurato con riferimento ad un intervallo temporale, pur se ristretto. Ancora, una crisi di liquidità, proprio per il fatto di essere un evento già verificato, non è di per sé un rischio; pertanto non possono essere valide le considerazioni relative alla distribuzioni P&L così come precedentemente esposte. Ne deriva l'impossibilità di fronteggiare una tensione di liquidità con il patrimonio, poiché le sue caratteristiche intrinseche richiedono che tale eventi avversi siano affrontabili solo grazie alla disponibilità attuale di mezzi di pagamento, che rappresenta una dimensione connessa solo indirettamente al concetto di patrimonio per tramite della capacità di convertire prontamente il capitale in disponibilità monetarie. Tali considerazioni spiegano anche la causa della migrazione da Basilea II a Basilea III. Infatti, per quanto riguarda, le differenze che sussistono tra i due impianti normativi è possibile affermare che, quando Basilea II si basava unicamente sul filone del capitale, Basilea III ne aggiunge un secondo esplicitamente dedicato al problema della liquidità.

Ritornando alle misure di rischio, si è detto che il VaR rappresenta il capitale economico assorbito. Quest'ultimo, a fronte delle possibili perdite, deve essere remunerato ad un tasso r_e adeguato. Quest'ultimo è noto poiché viene concordato con gli azionisti, tenuto conto del tasso di rendimento medio settoriale. La quantità di capitale allocato, a sua volta, dipende dal profilo di rischio stabilito dal *top management*; ne deriva che la probabilità di *default* sia determinata anche dalle politiche adottate dall'istituzione

medesima. Si tratta, quindi, di decisioni che impattano anche sulle valutazioni connesse alla selezioni del modello di business da adottare in cui, tra l'altro, si definiscono i criteri per l'assunzione dei nuovi rischi. Pertanto, è evidente come il VaR sia una misura che deriva da particolari vincoli di contesto e con un'interpretazione economica precisa. Per una banca, oltre ai vincoli derivanti dalle dinamiche di mercato, sono presenti anche vincoli di origine regolamentare, in cui si prevede un limite massimo alla probabilità di *default*. Da qui l'importanza del VaR come misura di rischio rilevante non soltanto in ottica gestionale, ma anche dal punto di vista della vigilanza sugli intermediari.

Tutto ciò è molto semplice se si assume che i fenomeno oggetto di analisi si distribuiscano in modo normale. Tuttavia, come si è detto precedentemente, l'obiettivo è quello di evitare, per quanto possibile, di avanzare ipotesi distributive non empiricamente verificabili. Pertanto, la risoluzione del problema non può che essere molto più complessa del solo calcolo del VaR come semplice percentile di una distribuzione P&L supposta irrealisticamente normale.

In questa sede, si è deciso di soffermarsi unicamente sul rischio di credito poiché:

a) rappresenta da solo più della metà delle perdite subite dal sistema finanziario nel suo complesso;

b) costituisce la componente di rischio a cui le istituzioni finanziarie sono maggiormente esposte e anche quella che assorbe la maggior quota di capitale;

c) riguarda direttamente i titoli obbligazionari e *loans* che, rispettivamente per volumi di negoziazioni e per numero di contratti, rappresentano la maggioranza delle operazioni concluse sul mercato.

Con riferimento a tali strumenti, ognuno di questi rappresentano per la singola banca un nuovo business in cui lo *spread* applicato deriva dal calcolo di una misura di rendimento *risk adjusted* che assicura la dovuta coerenza tra il *pricing* dello strumento e gli obiettivi strategici e la struttura dei costi della banca medesima, fermi i vincoli esterni imposti dal mercato in ottica concorrenziale. In definitiva, una *risk adjusted performance measure* è quella misura che permette alla banca di definire il prezzo da praticare ad uno specifico strumento (cfr. Capitoli 6.2, 6, 7 e 9).

Il terzo pilastro di Basilea II è incentrato sulla *disclosure* di mercato per cui la banca deve rendere noto il profilo di rischio con cui intende operare. Ne deriva che gli obiettivi strategici della banca sono noti e che qualsiasi operatore potrebbe astrattamente valutare la coerenza tra profili di rischio dichiarato, tasso di rendimento target e obiettivi strategici.

2.2 *Value at Risk* - VaR

Il *Value at Risk* è una misura di rischio basata sul calcolo di un quantile di una distribuzione di perdita di un portafoglio esposto al rischio di credito. Più in particolare, si tratta di una misura che esprime l'entità dell'esposizione in termini di massima perdita sopportabile un portafoglio di *asset* dati un livello di confidenza sufficientemente alto e un intervallo temporale di riferimento. Quest'ultimo, indicato con $\alpha \in (0;1)$, non può in questo contesto essere posto pari a 1, poiché ciò significherebbe definire con certezza il massimo livello di perdita su di un portafoglio in cui le potenziali perdite sono astrattamente illimitate[5]. Pertanto, i valori tipicamente assunti dal parametro α sono 0.95 e 0.99. Per quanto riguarda la durata del periodo di riferimento nel calcolo del VaR creditizio, quest'ultimo è generalmente posto pari ad un anno. Per tale ragione è possibile affermare che il VaR sia una misura di rischio che descrive la massima perdita su un portafoglio di attività che potenzialmente può verificarsi con una probabilità inferiore a $(1-\alpha)$ entro un dato intervallo temporale.

Definizione 2.2.1 (*Value at Risk*)**.** Fissato un livello di confidenza $\alpha \in (0;1)$, il *Value at Risk* di un portafoglio con un livello di confidenza pari ad α (VaR^α) è dato dalla minor perdita tale che la probabilità di subire una perdita L eccedente l^α non sia maggiore di $(1-\alpha)$. In termini più formali:

$$\mathrm{VaR}^\alpha = \inf\left\{l \in \mathbb{R} : \mathbb{P}(\mathrm{L} > l) \leq 1-\alpha\right\} = \inf\left\{l \in \mathbb{R} : \mathrm{F_L}(l) \geq \alpha\right\}. \tag{2.8}$$

Nota 2.2.1 (*Limitazioni*)**.** Trattandosi di una misura locale legata al calcolo di un percentile di una distribuzione di probabilità, il VaR^α presenta il difetto di non fornire alcuna informazione relativa all'entità delle perdite che possono verificarsi con una probabilità inferiore a $(1-\alpha)$. In altri termini, il VaR^α è una misura che non tiene conto della configurazione della coda della distribuzione di perdita.

Nota 2.2.2 (*Non-subadditività*)**.** Il VaR^α non rispetta l'Assioma S e gode, pertanto, di scarse proprietà additive. Ciò rappresenta la maggior critica che è stata sollevata nei confronti del VaR^α come misura di rischio e, contemporaneamente, ha dato impulso alle ricerca di Artzner, Delbaen, Eber e Heath [13] con cui è stata formulata la suddivisione tra misure di rischio coerenti e non coerenti. Lo stesso studio ha, inoltre, dimostrato anche la non coerenza del VaR^α per via della violazione del requisito di subadditività, ovvero di uno dei requisiti di ragionevolezza richiesti per le misure di rischio coerenti.

[5]Supponendo di detenere un portafoglio composto da un unico prestito, in caso di *default* della controparte, le potenziali perdite non si limitano al valore nominale dell'esposizione residua, ma possono eccedere tale importo per via dei costi connessi al processo di recupero che possono essere superiori della quota recuperata della posizione in *default*. Chiaramente si tratta di eventi estremamente improbabili, pur se tuttavia comunque possibili.

Corollario 2.2.1 (*Non-subadditività*)**.** Il mancato rispetto dell'Assioma S implica che, supponendo di detenere un portafoglio composto da due esposizioni ognuna delle quali caratterizzata dalla propria *loss distribution* (F_{L_A} e F_{L_B}) e di volerle aggregare per ottenere la *loss distribution* di portafoglio ($F_{L_P} \stackrel{d}{=} F_{L_{A+B}}$), non necessariamente si ha che:

$$q_\alpha(F_{L_P}) \leq q_\alpha(F_{L_A}) + q_\alpha(F_{L_B}). \tag{2.9}$$

In modo equivalente, se VaR_A^α e VaR_B^α sono rispettivamente il VaR dell'esposizione A e dell'esposizione B e VaR_P^α è il VaR di portafoglio, l'Equazione 2.9 è riscrivibile come[6]:

$$VaR_P^\alpha \leq VaR_A^\alpha + VaR_B^\alpha. \tag{2.10}$$

Ciò equivale ad affermare che non necessariamente il VaR di portafoglio è minore o uguale alla somma dei VaR delle singole posizioni di rischio che lo compongono. Infatti, se tale affermazione fosse realmente verificata, si avrebbe che:

a) essa sarebbe in contrasto con la teoria della diversificazione di portafoglio che prevede benefici in termini di minor rischio per i portafogli meglio diversificati;

b) essa implicherebbe l'impossibilità di attribuire alle singole *business unit* una misura di contributo al rischio complessivo cui l'istituzione finanziaria è esposta e, parimenti, la possibilità di ripartire la capacità di assunzione dei rischi tra le stesse a fini di pianificazione strategica. In altri termini, ciò pregiudicherebbe la possibilità di aggregare portafogli e *business units* al fine di ottenere una misura al rischio aggregata con la conseguenza di ridimensionare i possibili benefici dati dal decentramento della funzione di *risk management* che richiede la possibilità di disgregare la *risk-taking capacity* dell'intera istituzione tra le proprie *business units*, in ogni caso assicurandosi che la somma delle *risk-taking capacities* individuali sia pari a quella totale.

Definizione 2.2.2 (*Mean-VaR*$^\alpha$[7])**.** Sia μ la media della *loss distribution*, si definisce *Mean-VaR*$^\alpha$ la misura di rischio data da:

$$\textit{Mean}\text{-}VaR^\alpha \stackrel{d}{=} VaR^\alpha - \mu. \tag{2.11}$$

Nota 2.2.3 (*Mean-VaR*$^\alpha$)**.** Il *Mean-VaR*$^\alpha$ può essere adottato per il calcolo del capitale economico a copertura delle perdite inattese che, come già detto nel Capitolo 1, rappresentano il rischio in senso stretto. Il *Mean-VaR*$^\alpha$ assume particolare importanza quando, come avviene per il rischio di credito, il periodo di riferimento per il calcolo

[6]Per maggiori approfondimenti vedere Appendice A.

[7]Il tema sarà successivamente approfondito nell'ambito della trattazione del modello *CreditMetrics*™ e, più in particolare, nella Sezione 5.2.3.3 in cui si introdurrà anche il *credit*-VaR per portafoglio di esposizioni soggette a rischio di credito.

del VaR^{α} è protratto e la media della distribuzione delle perdite (μ) è non nulla[8]. Ciò è vero per via della lunghezza del periodo di analisi T che, come si è detto, per il rischio di credito viene generalmente fissato ad un anno. Per tale ragione, infatti, è possibile affermare che $\mathbb{E}(\mathrm{Loss}) \overset{d}{=} \mathrm{EL} \neq 0$.

Il rischio, così inteso, si configura, pertanto, come un fenomeno inatteso. Ne deriva che, se si considera una *loss distribution* per rappresentare il rischio come probabilità di subire almeno una determinata perdita, il valore atteso di tale distribuzione rappresenta una componente di perdita attesa che non rappresenta un rischio in senso stretto. Ne deriva che il vero evento rischioso è rappresentato dalla possibilità che si realizzino eventi tali da determinare uno scostamento dal valore di perdita atteso. Conseguentemente, l'essenza del rischio, ovvero la componente che deve essere coperta da capitale economico è rappresentata dalle perdite inattese. Le perdite attese, infatti, non devono essere coperte da capitale economico, ma piuttosto devono trovare riscontro nella sezione DARE del conto economico di competenza come "SVALUTAZIONI SU CREDITI", poiché esse possono essere assimilate a "costi" inerenti la gestione operativa (*core business*) dell'intermediario creditizio.

In modo più rigoroso, se $\mathrm{EL} \overset{d}{=} \mu = \mathbb{E}(\mathrm{loss})$, allora è possibile riscrivere l'Equazione 2.11 come:

$$\textit{Mean}\text{-}\mathrm{VaR}^{\alpha} = \mathrm{VaR}^{\alpha} - \mathrm{EL}. \tag{2.12}$$

In aggiunta, in base all'Equazione 2.12 e se $\mathrm{UL}^{\alpha} = \mathrm{VaR}^{\alpha} - \mathrm{EL}$ rappresenta la perdita inattesa che è possibile subire con un livello di confidenza $1-\alpha$ con $\alpha \in (0,1)$, è possibile interpretare il *Mean-VaR*$^{\alpha}$ come:

$$\textit{Mean}\text{-}\mathrm{VaR}^{\alpha} \equiv \mathrm{UL}^{\alpha}. \tag{2.13}$$

Da ultimo, come precedentemente affermato, se il *Mean-VaR*$^{\alpha}$ rappresenta un modo per determinare il capitale economico (*Economic Capital*$^{\alpha}$ - EC^{α}) da detenere con un livello di confidenza $(1-\alpha)$ a fronte di una posizione soggetta a rischio di credito e, più precisamente, a fronte delle perdite inattese UL^{α}, si ha che:

$$\textit{Mean}\text{-}\mathrm{VaR}^{\alpha} \equiv \mathrm{EC}^{\alpha}. \tag{2.14}$$

2.3 *Expected Shortfall* - ES

Definizione 2.3.1 (*Expected Shortfall*)**.** Data la funzione di densità di probabilità F_L delle perdite L, con $\mathbb{E}(|L|) \notin \infty$ e un livello di confidenza $\alpha \in (0,1)$, l'*Expected Shortfall*

[8]Per maggiori approfondimenti vedere Sezione 4.2.1.

è definito da:

$$\text{ES}^{\alpha} = \frac{1}{1-\alpha}\int_{\alpha}^{1} q_u(\text{F}_\text{L})\,du. \tag{2.15}$$

in cui $q_u(\text{F}_\text{L}) = \text{F}_u^{\leftarrow}(u)$ è la funzione quantile della funzione di densità di probabilità delle perdite F_L.

Sulla base dei risultati ottenuti nell'Appendice A, come accade per le Equazioni 2.9 e 2.10, è possibile riscrivere l'Equazione 2.15 in modo tale da evidenziare il nesso tra *Expected Shortfall* e *Value at Risk*:

$$\text{ES}^{\alpha} = \frac{1}{1-\alpha}\int_{\alpha}^{1} \text{VaR}^{u}(\text{L})\,du. \tag{2.16}$$

Lemma 2.3.1 (*Expected Shortfall*)**.** Se la funzione di densità delle perdite è continua ed integrabile , è possibile riscrivere l'Equazione 2.16 come:

$$\text{ES}^{\alpha} = \frac{\mathbb{E}(\text{L}, \text{L} \geq q_\alpha(\text{L}))}{1-\alpha} = \mathbb{E}(\text{L} \mid \text{L} \geq \text{VaR}^{\alpha})\,; \quad \alpha \in (0,1). \tag{2.17}$$

Lemma 2.3.2. Data una sequenza $(\text{X}_i)_{i\in\mathbb{N}}$ di variabili casuali indipendenti ed identicamente distribuite caratterizzate dalla medesima funzione di densità di probabilità F_X si ha che:

$$\lim_{n\to\infty} \frac{\sum_{i=1}^{[n(1-\alpha)]} \text{X}_{i,n}}{n(1-\alpha)} = \text{ES}^{\alpha} \tag{2.18}$$

in cui $\text{X}_{1,n} \geq \text{X}_{2,n} \geq \text{X}_{3,n} \ldots \text{X}_{n,n}$ sono le statistiche d'ordine di $\text{X}_1, \text{X}_2, \text{X}_3 \ldots \text{X}_n$ e $[n(1-\alpha)]$ è il maggior numero intero minore di $n(1-\alpha)$.

Proposizione 2.3.3 (*Coerenza*)**.** L'*Expected Shortfall* è una misura di rischio coerente.

Dimostrazione. Il rispetto degli Assiomi T, PH e M è dimostrabile direttamente attraverso l'Equazione 2.15. Non rimane che dimostrare anche il rispetto dell'Assioma S[9]. Considerando una sequenza di variabili casuali X_1, X_2, X_3 … X_n a cui sono associate le statistiche d'ordine $\text{X}_{1,n} \geq \text{X}_{2,n} \geq \text{X}_{3,n} \cdots \geq \text{X}_{n,n}$ in modo tale che $\forall m : 1 \leq m \leq n$ si ha che:

$$\sum_{i=1}^{m} \text{X}_{i,n} = \sup\Big\{\text{X}_{i,1} + \text{X}_{i,2} + \text{X}_{i,3} \ldots \text{X}_{i,m} : 1 \leq i_1 \notin i_2 \notin i_3 \ldots i_m \leq m\Big\}. \tag{2.19}$$

Siano ora X^{A} e X^{B} due v.c. indipendenti ed identicamente distribuite caratterizzate dalla stessa legge di probabilità F e sia $\Big\{(\text{X}^{\text{A}_1}, \text{X}_1^{\text{B}});\ (\text{X}_2^{\text{A}}, \text{X}_2^{\text{B}});\ (\text{X}_3^{\text{A}}, \text{X}_3^{\text{B}}) \ldots (\text{X}_n^{\text{A}}, \text{X}_n^{\text{B}})\Big\}$ una

[9]Si ritiene di soffermarsi esclusivamente su tale dimostrazione poiché il mancato rispetto dell'Assioma S è stata la prima causa delle critiche che sono state sollevate nei confronti del VaR, nonché della conseguente ricerca di una misura di rischio alternativa al VaR che riuscisse a superare le limitazioni emerse con riferimento a quest'ultimo.

serie di vettori casuali bivariati. Se $(X^A + X^B)_i \overset{d}{=} X_i^A + X_i^B$, allora $(X^A + X^B)_{i,n}$ è la somma degli elementi del vettore bivariato i-esimo. In base all'Equazione 2.19, si deve avere che:

$$\begin{aligned}
\sum_{i=1}^{m}(X^A + X^B)_{i,n} &= \sup\Big\{(X^A + X^B)_{i,1} + (X^A + X^B)_{i,2} + (X^A + X^B)_{i,3} \\
&\qquad \ldots (X^A + X^B)_{i,m} : 1 \leq i_1 \notin i_2 \notin i_3 \ldots i_m \leq m\Big\} \\
&\leq \sup\Big\{X_{i,1}^A + X_{i,2}^A + X_{i,2}^A \ldots X_{i,m}^A : 1 \leq i_1 \notin i_2 \notin i_3 \ldots i_m \leq m\Big\} \\
&\quad + \Big\{X_{i,1}^B + X_{i,2}^B + X_{i,2}^B \ldots X_{i,m}^B : 1 \leq i_1 \notin i_2 \notin i_3 \ldots i_m \leq m\Big\} \\
&= \sum_{i=1}^{m} X_{i,n}^A + \sum_{i=1}^{m} X_{i,n}^B.
\end{aligned} \tag{2.20}$$

Da ultimo, ponendo $m = [n(1-\alpha)]$, con $n \longrightarrow \infty$ e $\alpha \in (0,1)$, in base al Lemma 2.3.2 si può scrivere che:

$$\text{ES}^{\alpha}(X^A + X^B) \leq \text{ES}^{\alpha}(X^A) + \text{ES}^{\alpha}(X^B) \tag{2.21}$$

dimostrando, in questo modo, il rispetto dell'Assioma S e la coerenza dell'*Expected Shortfall* come misura di rischio. □

Commento 2.3.1 (*Expected Shortfall* e *Value at Risk*)**.** A differenza del *Value at Risk* che è una misura locale rappresentata da un quantile della distribuzione delle perdite, l'*Expected Shortfall* è una misura di rischio interpretabili in termini di valore atteso condizionato (cfr. Equazione 2.7). Ne deriva che:

a) il VaR sia una misura di rischio che non tiene conto della forma distributiva della coda destra della distribuzione di perdita;

b) l'ES sia una misura di rischio che riesce a tenere conto della configurazione della coda, pur senza essere in grado di cogliere l'informazione relativa alla volatilità delle perdite date queste maggiori del VaR.

Capitolo 3

Le componenti del rischio di credito

3.1 *Credit Quality*

Con riferimento all'analisi del merito creditizio, stante la molteplicità di controparti alle quali l'approccio in discorso è applicabile, ci si focalizzerà esclusivamente sulle *private companies* e delle *public companies*.

Definizione 3.1.1 (*Merito creditizio*)**.** In base alla situazione economica, patrimoniale e finanziaria di un operatore economico, si definisce merito creditizio (o *Credit Quality*) la sua capacità di rimborsare interamente e alla scadenza pattuita il debito precedentemente contratto.

Prima degli anni '90 il merito di credito di una controparte era espresso attraverso misure ordinali molto eterogenee tra loro (*rating*). Il grande difetto di tali misure, in generale, consiste nella sostanziale assenza di informazioni relative al significato sottostante un determinato valore o giudizio. Per tale ragione, esse sono utili essenzialmente a fornire un ordinamento dei fenomeni oggetto di studio secondo un dato ordine di preferenza. Ciò, qualora il giudizio sia fine a sé stesso, può essere sufficientemente esaustivo da non richiedere misure più raffinate. Tuttavia, ai fini della valutazione del rischio di credito, è necessario proseguire con la ricerca di una misura cardinale tale da fornire informazioni relative al significato riconducibile ad un dato valore. Tutto questo perché la misura assegnata al merito creditizio è solo una componente di un modello più esteso finalizzato alla valutazione del rischio di credito associato al portafoglio di esposizioni detenuto da un istituzione finanziaria.

La misura individuata che rispetta il requisito richiesto è la *default probability*. Essa, infatti, presenta le caratteristiche di essere:

a) una componente elementare di un modello più ampio che permette di impostare il problema in termini probabilistici, ovvero in modo omogeneo e coe-

rente a quanto precedentemente affermato in relazione al rischio inteso come distribuzione P&L (cfr. Sezione 1.1);

b) una misura cardinale empiricamente osservabile ed analiticamente fondata.

Definizione 3.1.2 (*Default*)**.** Si definisce *default* la situazione in cui versa il debitore qualora non riesca ad adempiere per capitale ed interessi, in tutto o in parte e puntualmente alle proprie obbligazioni, stipuli accordi per la ristrutturazione del debito precedentemente contratto a scapito degli interessi dei creditore o sia dichiarato insolvente e assoggettato a procedure concorsuali.

Definizione 3.1.3 (*Probability of Default*)**.** La probabilità di *default* è la probabilità con cui il debitore si troverà in *default* entro un dato intervallo temporale di riferimento.

Per quanto riguarda la nozione di merito di credito, essa non si identifica nell'unità di misura con cui viene comunicata ma, piuttosto, nella *default probability*. Tanto è vero che ogni controparte viene classificata e distinta dalle altre in base alla propria PD, pur se le modalità attraverso cui tale informazione viene trasmessa non è coerente con la sua natura. Infatti, il giudizio sul merito creditizio viene espresso assegnando ad una controparte individuata la classe di *rating* che rappresenta il *range* di valori tra i quali la probabilità di *default* della controparte medesima è compresa (cfr. Tabella 3.1 e 3.2).

Con riferimento alla probabilità di *default*, essa può essere rappresentata come una variabile casuale bernoulliana:

$$Z \sim Bern(\mathrm{P}),\ \mathrm{P} = \mathbb{P}(z = 1). \tag{3.1}$$

Tale variabile casuale prevede, inoltre, unicamente due stati:

a) Solvibilità = 1-PD;

b) *Default* = PD.

Sulla base di questo approccio, ciò che distingue le controparti è il livello di PD, ovvero il valore dell'unico parametro P = PD che descrive la v.c. dicotomica. Ne deriva che tanto più elevata sarà la misura della probabilità di *default* tanto maggiore sarà il rischio connesso a quella specifica controparte. Da questo punto di vista si ritiene di dover specificare l'utilità di utilizzare misure cardinali per condurre l'analisi: un valore doppio di PD significa che il rischio associato ad una controparte è doppio rispetto a quello connesso ad un'altra.

Per quanto riguarda le altre misure ordinali che nel tempo erano state sviluppate, esse hanno iniziato a perdere importanza e ad non essere più utilizzate. Tuttavia, è

Financial Istitutions (Including Non-Debt Issuers)										
Year	**Rating classes**									
	Aaa	Aa	A	Baa	Ba	B	Caa-C	Inv. Gr.	Spec. Gr.	All
1	0.00	0.03	0.07	0.21	0.81	3.46	5.96	0.08	2.34	0.39
2	0.02	0.09	0.20	0.54	2.26	6.79	7.46	0.22	4.49	0.80
3	0.02	0.17	0.40	0.87	4.08	9.30	8.09	0.39	6.44	1.19
4	0.02	0.26	0.60	1.26	5.64	11.45	8.51	0.58	8.10	1.55
5	0.02	0.37	0.83	1.65	6.80	13.14	9.08	0.78	9.38	1.86
6	0.02	0.46	1.05	1.99	7.83	14.51	9.70	0.96	10.48	2.14
7	0.02	0.53	1.29	2.26	8.64	15.87	10.12	1.12	11.42	2.38
8	0.02	0.58	1.56	2.57	9.42	17.00	10.12	1.48	12.92	2.62
9	0.02	0.62	1.83	2.97	9.97	18.15	10.12	1.48	12.92	2.84
10	0.02	0.67	2.10	3.50	10.33	10.37	10.12	1.68	13.49	3.07

Financial Istitutions (Debt Issuers Only)										
Year	**Rating classes**									
	Aaa	Aa	A	Baa	Ba	B	Caa-C	Inv. Gr.	Spec. Gr.	All
1	0.00	0.04	0.11	0.32	1.32	4.35	21.42	0.11	3.50	0.54
2	0.03	0.11	0.31	0.88	3.90	8.86	28.39	0.32	6.91	1.12
3	0.03	0.17	0.63	1.50	7.13	12.20	31.75	0.58	10.17	1.71
4	0.03	0.25	0.98	2.20	10.01	14.81	34.21	0.87	12.93	2.25
5	0.03	0.37	1.37	2.91	11.86	16.78	37.49	1.18	14.85	2.72
6	0.03	0.45	1.77	3.55	13.34	19.03	41.05	1.47	16.61	3.14
7	0.03	0.49	2.16	4.07	14.42	21.60	42.73	1.73	18.11	3.49
8	0.03	0.51	2.59	4.64	15.48	24.21	42.73	1.99	19.55	3.84
9	0.03	0.52	2.99	5.44	16.27	26.56	42.73	2.28	20.73	4.18
10	0.03	0.54	3.37	6.48	16.89	29.00	42.73	2.58	21.81	4.53

Tabella 3.1: *Average Cumulative Default Rates* (%), *1983-2010* (fonte: Moody's [81])

vero che i *rating* basati sulle lettere di S&P sono ancora i più usati nella prassi, ma è altrettanto vero che il loro significato è profondamente mutato nel tempo: le società di *rating* si sono adeguate all'innovazione fino a divenire tra i soggetti maggiormente attivi nella ricerca. Basti pensare che la società di *rating* Moody's fu quella che investì più di ogni altra sulla ricerca in materia di valutazione del rischio di credito, col risultato di ottenere un *mapping* tra le sue classi preesistenti e la *default probability*. Più in particolare, si condussero studi approfonditi e sistematici per stimare i tassi di

Non-Financial Corporates (Debt Issuers Only)										
Year	**Rating classes**									
	Aaa	Aa	A	Baa	Ba	B	Caa-C	Inv. Gr.	Spec. Gr.	All
1	0.00	0.00	0.03	0.17	1.17	4.47	17.89	0.08	5.11	2.34
2	0.00	0.01	0.12	0.48	3.36	10.66	30.09	0.24	10.57	4.78
3	0.00	0.03	0.26	0.86	6.02	16.88	39.88	0.46	15.82	7.03
4	0.08	0.12	0.39	1.32	8.92	22.34	47.81	0.70	20.46	8.94
5	0.17	0.17	0.53	1.84	11.48	27.31	54.50	0.97	24.49	10.53
6	0.28	0.19	0.70	2.40	13.86	32.01	58.78	1.26	28.02	11.86
7	0.40	0.23	0.91	2.95	16.02	36.41	61.83	1.55	31.17	13.01
8	0.41	0.26	1.16	3.48	18.09	40.23	65.62	1.85	33.96	13.99
9	0.41	0.30	1.39	3.98	20.10	43.60	70.02	2.13	36.46	14.84
10	0.41	0.38	1.58	4.52	22.09	46.52	75.31	2.40	38.75	15.60

Tabella 3.2: *Average Cumulative Default Rates* (%), *1983-2010* (fonte: Moody's [81])

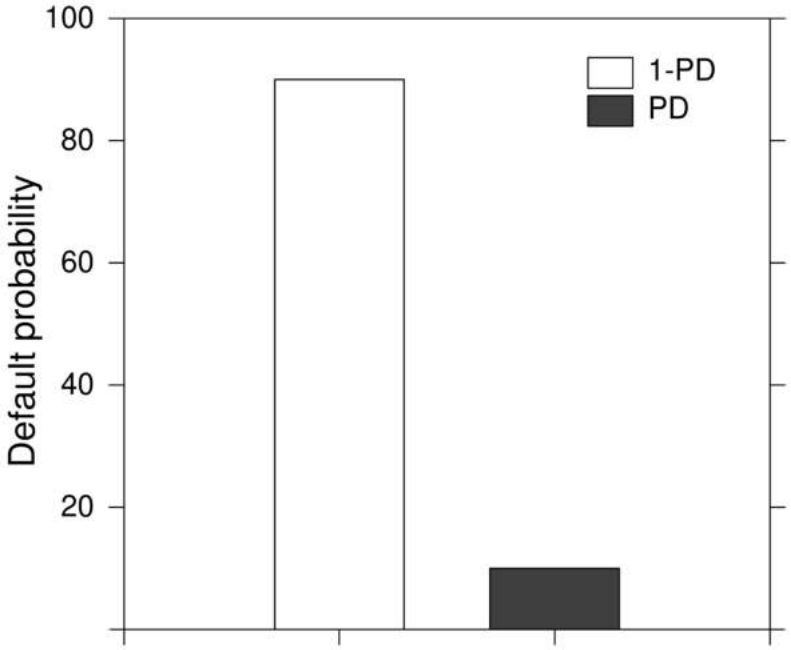


Figura 3.1: *Default mode approach - Probability of default*

default che, in passato, erano associati alle controparti assegnatarie delle diverse classi di *rating*, ciò condusse ad una definizione di classe di *rating* interpretabile in termini di PD. Quindi l'idea di associare i *rating* alla probabilità di *default* in maniera stabile

Financial Institutions (Debt Issuers Only)									
Initial Rating	**Rating class at year-end**								
	Aaa	Aa	A	Baa	Ba	B	Caa-C	Def.	WR
Aaa	**86.32**	10.10	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50
Aa	0.95	**85.22**	7.79	0.30	0.03	0.01	0.02	0.04	5.66
A	0.10	4.72	**84.22**	4.55	0.51	0.10	0.03	0.10	5.66
Baa	0.15	0.68	8.23	**78.96**	3.99	1.01	0.30	0.31	6.38
Ba	0.00	0.10	0.82	8.17	**71.83**	7.05	1.08	1.26	9.68
B	0.07	0.10	0.36	0.65	9.60	**65.99**	6.30	4.07	12.85
Caa-C	0.00	0.00	0.00	0.49	1.18	12.35	**45.51**	19.22	21.25

Non-Financial Corporates (Debt Issuers Only)									
Initial Rating	**Rating class at year-end**								
	Aaa	Aa	A	Baa	Ba	B	Caa-C	Def.	WR
Aaa	**86.12**	8.09	1.00	0.03	0.08	0.01	0.01	0.00	4.66
Aa	0.80	**84.58**	8.88	0.52	0.06	0.04	0.00	0.00	5.12
A	0.04	1.50	**86.81**	6.16	0.54	0.14	0.04	0.03	4.74
Baa	0.01	0.05	3.60	**85.10**	4.12	0.87	0.21	0.16	5.87
Ba	0.01	0.05	0.29	5.25	**74.27**	8.12	0.63	1.11	10.26
B	0.01	0.03	0.11	0.31	4.34	**73.83**	6.59	4.24	10.54
Caa-C	0.00	0.02	0.02	0.11	0.39	7.46	**62.82**	16.80	12.38

Tabella 3.3: *Average One-Year Rating Transition Rates* (%), *1983-2010* (fonte:čitetpaper:moo2)

permettendo di pervenire ad una definizione sensata e puntuale di classe di *rating*. Dunque, in breve, attualmente la classe di *rating* non è altro che un simbolo attribuito ad un intervallo di probabilità di *default*.

Definizione 3.1.4 (*Classe di rating*)**.** Si definisce classe di *rating* un giudizio *forward-looking* espresso sul merito creditizio di una controparte basato sulla stima della sua *default probability*.

Si è detto che la probabilità di *default* è definibile analiticamente e ha valenza cardinale: essa assume valori entro un intervallo compreso tra 0 e 1 in ordine crescente di rischio. Pertanto, considerando la scala di S&P, è possibile interpretare i *rating* come etichette riferite a sottoinsiemi del dominio di definizione della funzione di densità di probabilità della PD. Ciò è evidentemente molto vantaggioso poiché, associando alla singola classe di *rating* un dato intervallo di valori, risulta più intuitivo esprimere una valutazione; ed, inoltre, il *mapping* della *default probability* sulle classi di *rating* permette

di collocare queste ultime all'interno della categoria dei giudizi cardinali.

Da ultimo, è necessario sottolineare come sia conveniente esprimere il giudizio sul merito di credito delle controparti in termini di classi di *rating* poiché, in questo modo, si mantiene un ampio livello di asimmetria informativa. Infatti, fintanto che agli operatori di mercato vengono fornite informazioni di questo tipo, gli stessi non sono in grado di comprendere l'effettiva entità della misurazione e sfruttare l'informazione medesima a fini di *pricing*. Lo stesso può dirsi con riferimento ai modelli interni per le banche, ovvero a quei modelli mediante i quali si attribuisce un *rating* alle aziende richiedenti credito [1]. Da questo punto di vista, infine, è bene evidenziare come il concetto di *risk adjusted performance measure* sia strettamente connesso alla nozione di *default probability*.

3.1.1 Stima della *default probability* nelle *public companies*

Dopo aver introdotto i concetti di merito creditizio, di probabilità di insolvenza e di classe di *rating* (cfr. Definizioni 3.1.1, 3.1.3 e 3.1.4), nella presente Sezione si analizzeranno i modelli di stima della PD per le *public companies* (cfr. Sezione 3.1.1.2 e 3.1.1.3) e le *private companies* (cfr. Sezione 3.1.2) che costituiscono assieme la componente maggioritaria degli operatori di mercato. Le differenze tra i modelli derivano essenzialmente dalla diversa disponibilità di informazioni e dati per le due categorie di controparti considerate. Tuttavia, si avrà modo di evidenziare come l'output dei modelli, ovvero il *mapping* della *default probability* sulle classi di *rating*, e l'approccio al problema siano sostanzialmente i medesimi. Prima di procedere, si ritiene quantomeno utile, se non indispensabile, una breve trattazione del modello di *option pricing* sviluppato da Black e Scholes [23] poiché rappresenta la base sulla quale si erigono i due modelli che si andranno successivamente a sviluppare per la stima della probabilità di insolvenza delle controparti quotate. Lo scopo è prevalentemente quello di evidenziare le assunzioni del modello di *option pricing* sottostante e di sottolineare come parte di queste siano state superate da Merton [75, 76] e da Vasicek [97]. Tutto ciò poiché, vista la funzione ricoperta dai modelli che si andranno ad esaminare e la particolare rilevanza macroeconomica del settore finanziario, si ritiene necessaria un'analisi consapevole in modo tale da evidenziare le criticità applicative che ancora persistono, nonostante i progressi ottenuti dalla ricerca.

[1] Per evitare che l'informazione diventi di pubblico dominio, il *mapping* della PD non è conosciuto nemmeno dai soggetti a diretto contatto con la clientela, tanto che questi, al pari dei clienti, conoscono solamente l'output della procedura con la quale si assegna una determinata classe di *rating* in base alla stima della probabilità d'insolvenza. Infatti, qualora il significato in termini di PD delle singole classi fosse effettivamente noto al mercato, sarebbe relativamente semplice per i soggetti esterni all'istituzione ricostruire gli algoritmi utilizzati nell'esprimere i giudizi di merito sulla clientela. In quest'ottica, fornire al mercato valutazioni non analiticamente utilizzabili costituisce una forma di segretezza sui processi interni all'istituzione finanziaria medesima.

3.1.1.1 Il modello di *option pricing* di Black-Scholes

Il modello di *option pricing* di Black e Scholes è stato proposto per la prima volta nel 1973 e ha fornito un contributo di assoluta importanza nello sviluppo della finanza moderna, al punto da costituire ancora il fondamento di molte applicazioni finanziarie attualmente in uso (per approfondimenti si veda Black e Scholes [23]).

Con riferimento ai modelli di stima della *probability of default* degli emittenti quotati, la trattazione del modello di Black e Scholes risponde alla duplice esigenza di:

a) chiarire le basi a partire dalle quali sono stati sviluppati i modelli che si andranno ad esporre (cfr. Sezioni 3.1.1.2);

b) comprendere le ragioni sottostanti alle limitazioni che tali modelli presentano.

Entrando nel merito del modello in esame, nella sua formulazione originaria, esso è un modello di *pricing* per opzioni europee scritte su titoli azionari. Questi ultimi, a parità degli altri strumenti finanziari, sono assimilabili a variabili il cui prezzo si evolve nel tempo in modo aleatorio o, meglio, secondo un processo stocastico o *Data Generating Process* (per maggiori approfondimenti vedere Appendice B).

Le assunzioni del modello di Black e Scholes sono le seguenti:

a) i corsi azionari seguono un moto browniano geometrico con μ e σ costanti (cfr. Figura 3.2);

b) le vendite allo scoperto sono consentite senza particolari limitazioni sulle possibilità di investimento delle disponibilità monetarie disponibili nel corso della durata dell'operazione (in sostanza si assume che le *clearing house* non richiedano margini a fronte del rischio di regolamento dell'operazione e che i proventi della vendita siano liberamente e impiegabili senza restrizioni di scopo);

c) assenza di costi di transazione e di imposizione fiscale;

1. nessun pagamento di dividendi (il modello di Black e Scholes originario è stato successivamente esteso per rimuovere tale assunzione);

d) titoli perfettamente divisibili e negoziati nel continuo;

e) efficienza dei mercati e assenza di possibilità di arbitraggio;

f) *risk-free rate* identici per tutte le scadenze (curva dei tassi "piatta").

Di particolare interesse è l'assunzione relativa al processo stocastico che descrive le modalità attraverso cui si evolve il prezzo delle azioni. Generalmente, assumere che

i prezzi degli strumenti finanziari siano regolati da un processo Markov è un'ipotesi molto comune e largamente accettata. Tale assunzione, implica che, nel momento in cui si vuole prevedere l'andamento futuro del prezzo di un titolo, la sola informazione rilevante sia il prezzo del titolo stesso osservato nell'istante attuale. In altre parole, una proprietà dei processi di Markov prevede che la distribuzione di probabilità del prezzo sia funzione del solo prezzo corrente per ogni istante futuro.
Formalmente, se S_t indica il prezzo all'epoca corrente t e H è l'insieme di valori che la v.c. S_{t+1} può assumere, allora:

$$\mathbb{P}\Big(S_{t+1} \in H \mid S_t, S_{t-1}, S_{t-2} \dots\Big) = \mathbb{P}\Big(S_{t+1} \in H \mid S_t\Big) \tag{3.2}$$

Un processo aleatorio continuo che verifica l'Equazione 3.2 è il processo di Wiener base indicato con $\mathcal{W} = \{\mathcal{W}_t;\ t \geq 0\}$. Tale processo gode di diverse proprietà.

Proposizione 3.1.1. Il processo assume un valore nullo in t_0 quasi con certezza.

Proposizione 3.1.2. Gli incrementi del processo sono tra loro indipendenti. In termini più formali, per $\forall t$ con $t_n > t_{n-1} > \dots > t_2 > t_1 > t_0 = 0$, gli incrementi $\mathcal{W}_1 - \mathcal{W}_0\,; \mathcal{W}_1 - \mathcal{W}_2 \dots$ sono tra loro indipendenti.

Proposizione 3.1.3. Gli incrementi sono stazionari (in senso forte), infatti:

$$\mathcal{W}_{t+h} - \mathcal{W}_{\tau+h} \sim \mathcal{W}_t - \mathcal{W}_\tau \qquad t > \tau,\ h > -\tau. \tag{3.3}$$

In altri termini, ponendo $\mathcal{W}_t - \mathcal{W}_\tau = X_n$, il processo soddisfa la seguente condizione $\forall\{n_1, n_2 \dots n_k\}$, $h \in \mathbb{Z}$ (in cui $\mathbb{Z}$ rappresenta l'insieme dei numeri interi):

$$F\Big(X_{n_1} \notin x_1 \dots X_{n_k} \notin x_k\Big) = F\Big(X_{n_1+h} \notin x_{1+h} \dots X_{n_k+h} \notin x_{k+h}\Big) \tag{3.4}$$

tale condizione, in pratica, significa che gli incrementi del processo $\mathcal{W}_t - \mathcal{W}_\tau$ sono caratterizzati dalla medesima distribuzione di probabilità indipendentemente dalla traslazione temporale $\Delta_t = h > -\tau$, con $h \in \mathbb{Z}$ scelta in modo arbitrario. In termini più rigorosi, la Relazione 3.4 stabilisce che la funzione di distribuzione congiunta del processo sia invariante rispetto ad una qualsiasi traslazione rispetto al tempo, data fissata una successione arbitraria di variabili casuali ordinate che compongono il processo medesimo.

Proposizione 3.1.4. Gli incrementi del processo si distribuiscono normalmente, ovvero:

$$(\mathcal{W}_t - \mathcal{W}_\tau) \sim \mathcal{N}\Big(0\,;\, t - \tau\Big) \tag{3.5}$$

Se il processo assume un valore nullo all'epoca iniziale $\mathcal{W}_{t=0} = 0$, la v.c. $\mathcal{W}_t$ qualsiasi del processo si distribuisce come una v.c. normale:

$$\mathcal{W}_t = \mathcal{W}_t - \mathcal{W}_0 \sim \mathcal{N}\Big(0\,;\,t\Big). \tag{3.6}$$

Passando oltre, il processo di Wiener generalizzato è un processo stocastico indicato con

$$\mathcal{Z}_t = \{\mathcal{Z}_t\,,\ t \geq 0\} \tag{3.7}$$

che soddisfa le Proposizioni 3.1.1, 3.1.2 e 3.1.3 e ha incrementi $\mathcal{Z}_t - \mathcal{Z}_\tau\,,\ t > \tau$ che si distribuiscono come:

$$\mathcal{Z}_t - \mathcal{Z}_\tau \sim \mathcal{N}\Big(a(t-\tau)\,;\,b^2(t-\tau)\Big) \qquad a,\,b \sim \mathbb{R} \tag{3.8}$$

Il processo di Wiener generalizzato può essere riscritto come processo di Wiener base, in questo modo si avrà che:

$$\mathcal{Z}_t - \mathcal{Z}_\tau = a(t-\tau) + b(\mathcal{W}_t - X_\tau) \tag{3.9}$$

Al limite, per $(t-\tau) \to 0$ e ponendo $d\mathcal{W}_t = \mathcal{W}_t - \mathcal{W}_\tau$, il processo può essere riscritto come:

$$d\mathcal{Z}_t = a(dt) + b(d\mathcal{W}_t) \tag{3.10}$$

che rappresenta un'equazione differenziale stocastica in cui:

$$d\mathcal{Z} \sim \mathcal{N}\Big(a(dt)\,;\,b^2\Big) \tag{3.11}$$

Brevemente, l'Equazione 3.10 afferma che le variazioni infinitesime ($d\mathcal{Z}_t$) del processo stocastico sono determinate da due componenti:

a) una deterministica e proporzionale secondo un parametro a (detto "*drift rate*") alla traslazione (infinitesimale) sull'asse dei tempi (dt),

b) una seconda aleatoria e proporzionale con parametro b^2 (detto "*variance rate*") ad un processo di Wiener base ($d\mathcal{W}_t$), a sua volta interpretabile come un disturbo (*noise*) casuale che aumenta la variabilità del processo e, contemporaneamente, ne rappresenta la componente stocastica.

Proseguendo oltre, il processo di Itô, indicato con:

$$\chi = \Big\{\chi_t\,,\ t \geq 0\Big\} \tag{3.12}$$

è un processo di Wiener generalizzato in cui il *drift rate* e il *variance rate* sono funzioni delle v.c. X_t e del tempo t:

$$a = f(X_t\,,\,t) \qquad b = g(X_t\,,\,t). \tag{3.13}$$

Gli incrementi del processo, invece, sono così definiti:

$$dX_t = \Big\{a(X_t\,,\,t)dt + b(X_t\,,\,t)d\mathcal{W}_t\Big\}, \qquad X_{t=0} = X_0 \tag{3.14}$$

Per quanto riguarda lo studio delle dinamiche dei prezzi azionari, spesso si assume che, alle differenze prime (incrementi), essi seguano un processo di Itô. In questo caso l'Equazione 3.14 può essere riscritta come:

$$dS_t = \Big\{a(S_t\,,\,t)dt + b(S_t\,,\,t)d\mathcal{W}_t\Big\}, \qquad S_{t=0} = S_0 > 0 \text{ noto.} \tag{3.15}$$

Assumendo che il *drift rate* sia proporzionale al livello dei prezzi azionari, ovvero che $a(S_t\,,\,t) = \mu S_t$ con $\mu \in \mathbb{R}$, e che la componente aleatoria del processo sia $b^2(S_t\,,\,t) = \sigma^2 S_t^2$, l'Equazione 3.15 assume la seguente formulazione:

$$dS_t = \mu S_t dt + \sigma S_t d\mathcal{W}_t. \tag{3.16}$$

L'Equazione 3.16 può anche essere riscritta come:

$$\frac{dS_t}{S_t} = \mu dt + \sigma d\mathcal{W}_t \tag{3.17}$$

che rappresenta la formulazione del c.d. "moto *browniano* geometrico". Ponendo μ pari al rendimento atteso sul titolo e σ la sua volatilità, le equazioni differenziali 3.16 e 3.17 rappresentano attualmente il modello di più utilizzato per descrivere l'evoluzione futura dei prezzi (alle differenze prime) e dei rendimenti dei titoli azionari.

E' importante notare come l'equazione differenziale 3.16 sia una delle poche di cui si sia riusciti a derivarne la soluzione che, sotto l'ipotesi già avanzata nell'Equazione 3.15, ovvero che la condizione iniziale del processo sia osservabile (a partire dai prezzi praticati sul mercato) e pari a $S_{t=0} = S_0 > 0$, è la seguente:

$$S_t = S_0 e^{\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)t + \sigma\sqrt{t}\,\epsilon_t} \qquad \epsilon_t \sim \mathcal{N}\Big(0, 1\Big). \tag{3.18}$$

Inoltre, è possibile dimostrare che S_t si distribuisce in modo log-normale e che $\log(S_t)$ si distribuisce secondo una distribuzione normale come media e varianza dati

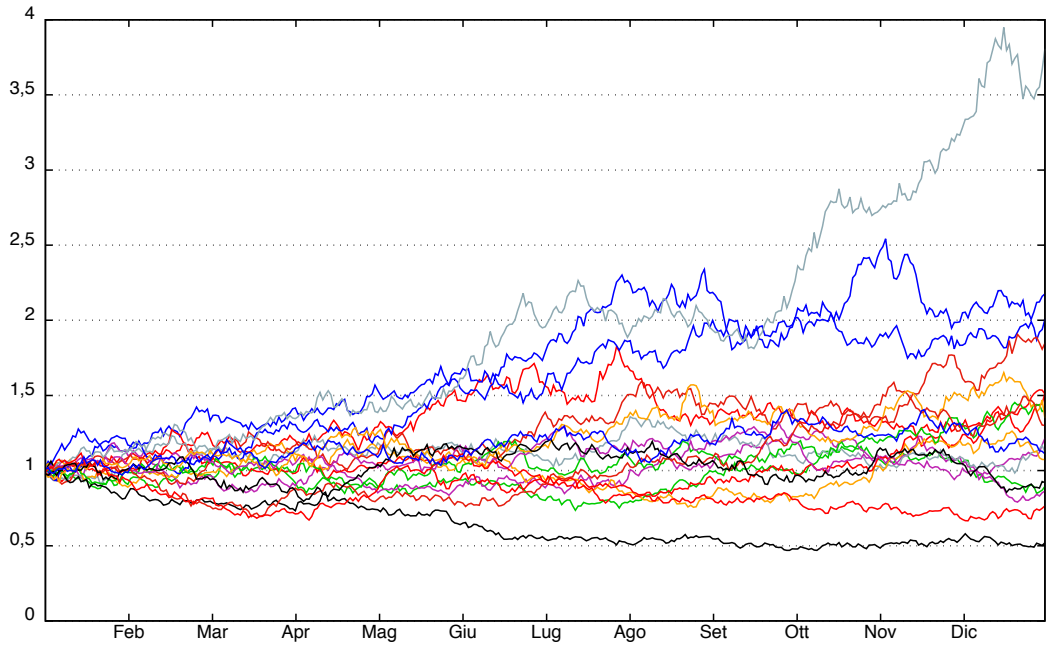


Figura 3.2: *Geometric brownian motion*

da:

$$\log(S_t) \sim \mathcal{N}\left(\log(S_t) + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)\Delta t; \sigma^2 \Delta t\right), \tag{3.19}$$

A partire dall'Equazione 3.19, inoltre, è possibile esplicitare la distribuzione dei rendimenti azionari che si distribuiscono anch'essi in modo normale come:

$$\log(S_t) - \log(S_{t-1}) = \log\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right) \sim \mathcal{N}\left(\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)\Delta t; \sigma^2 \Delta t\right) \tag{3.20}$$

La rappresentazione grafica dell'Equazione 3.18 è riportata nella Figura 3.2 che contiene alcune possibili realizzazioni del processo per μ e σ costanti e pari rispettivamente a 0.2 e 0.4, assumendo un prezzo iniziale di $S_{t=0} = S_0 = 1$ €.

Le formule di Black e Scholes sono le seguenti:

$$c = S_0 \mathcal{N}(d_1) - K e^{-rT} \mathcal{N}(d_2) \tag{3.21}$$

$$p = K e^{-rT} \mathcal{N}(-d_2) - S_0 \mathcal{N}(-d_1) \tag{3.22}$$

$$\mathcal{N}(d_1) = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right) T}{\sigma \sqrt{T}} \tag{3.23}$$

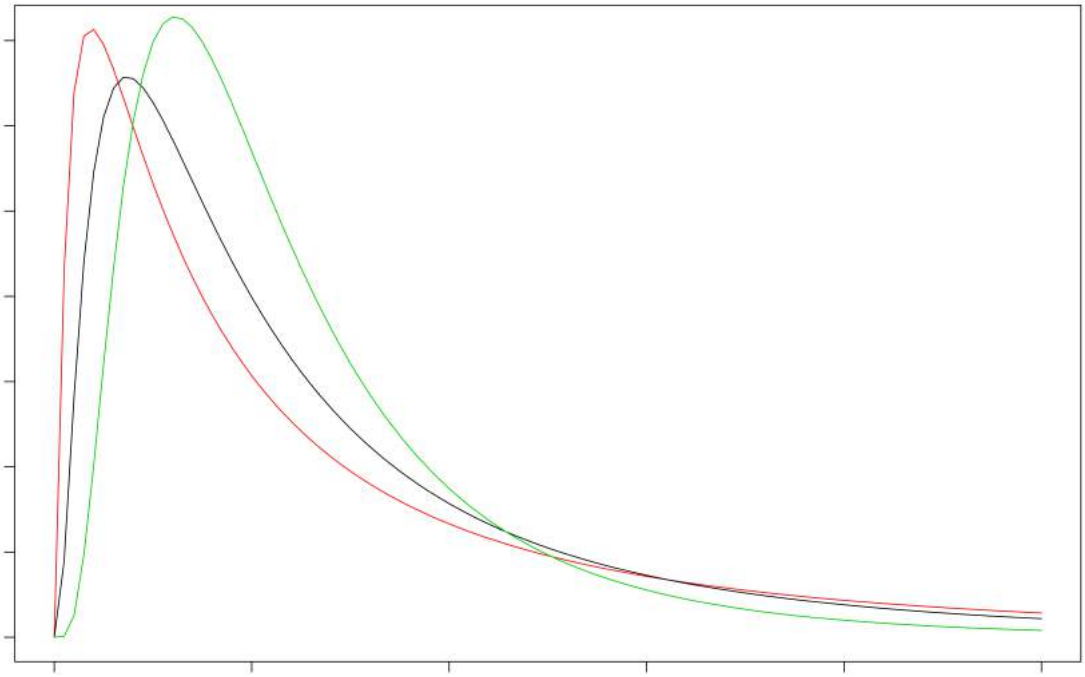


Figura 3.3: *Log-normal distribution*

$$\mathcal{N}(d_2) = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma_S\sqrt{T} \tag{3.24}$$

in cui $\mathcal{N}(*)$ rappresenta la funzione di densità di probabilità di una distribuzione normale standard, S_0 il prezzo dell'azione (*underlying asset*) in $t = 0$, S_t il prezzo dell'azione alla scadenza, K il prezzo di esercizio dell'opzione (*strike price*), σ la *standard deviation* del prezzo del titolo azionario, T la durata residua dell'opzione e r il *risk-free rate* (pari allo *zero rate* associato alla scadenza T).

3.1.1.2 Il modello di Merton

Il modello di Merton rappresenta la prima applicazione della c.d. *Contigent Claim Analysis* (CCA)[2]. Più in particolare, il modello in parola è un'applicazione per la valutazione del obbligazioni *corporate* che permette di pervenire ad una stima della probabilità di *default* dell'emittente e dello *spread* di equilibrio da applicare ai *bond* da questo emessi sulla base del rischio di *default* della posizione. In altri termini, il modello si presta ad essere applicato sia per la valutazione del rischio di *default* e sia per il *pricing* delle obbligazioni emesse da controparti *corporate* quotate (per maggiori

[2]La *Contigent Claim Analysis* consiste in un'applicazione della teoria di *option pricing* finalizzata alla valutazione di attività finanziarie.

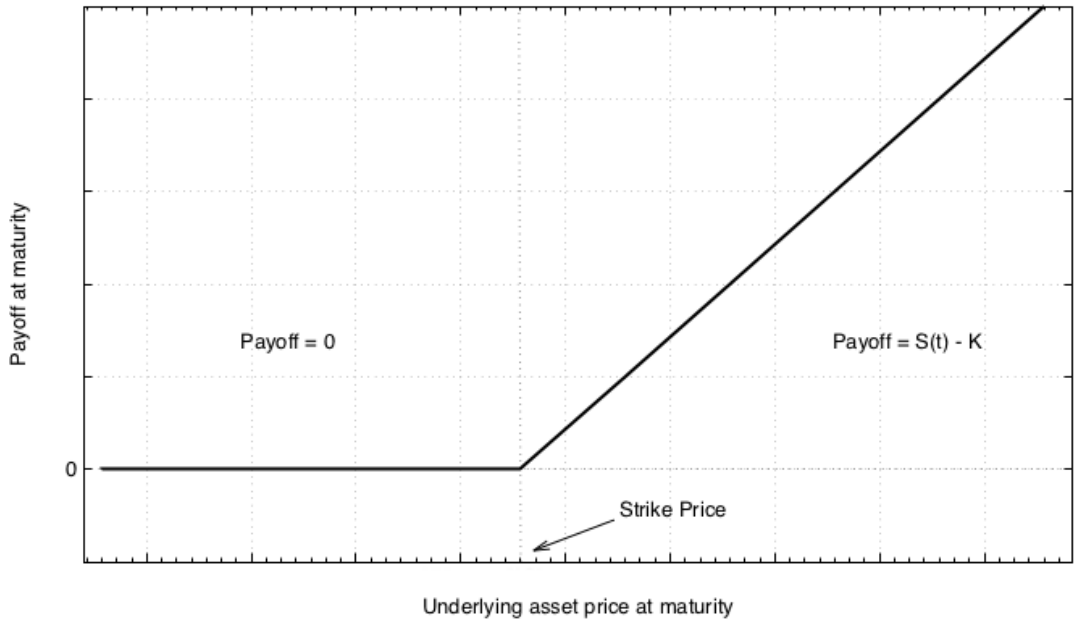


Figura 3.4: *Payoff at maturity of an european call option*

approfondimenti vedere Commento 3.1.2).

Come si dirà in seguito, il modello proposto da Merton, così come il modello KMV proposto da Vasicek, è un modello c.d. *strutturale* poiché si basa sull'esplicitazione di un rapporto analitico e preciso tra rischio di *default* e misure fondamentali dell'emittente (valore delle attività, valore delle passività e volatilità del valore degli attivi). La relazione tra rischio e le caratteristiche dell'emittente sono discusse nel Commento 3.1.1. Per quanto riguarda i modelli strutturali in generale, è necessario premettere che, basandosi su una relazione analitica esplicita, sono in grado di cogliere:

a) il *rischio di business*, connesso alla volatilità del valore dell'attivo;

b) il *rischio finanziario*, connesso alla struttura finanziaria della specifica controparte (valore dell'attivo, livello del debito e tasso d'indebitamento).

Se si assume che:

a) il rischio di business derivi unicamente da oscillazioni inattese di mercato a cui tutti gli operatori sono esposti;

b) i movimenti del mercato determinano scostamenti inattesi dei flussi di cassa futuri delle imprese e che ciò impatti direttamente sul valore attuale netto di tali flussi;

c) il valore degli attivi aziendali equivale al valore attuale netto dei flussi che essi stessi sono in grado di generare in futuro al netto dell'effetto delle interazioni fiscali connesse alla struttura finanziaria;

d) la struttura finanziaria sia l'unico aspetto distintivo delle controparti che operano all'interno di un determinato mercato;

e) il mercato è efficiente, gli operatori sono razionali e ugualmente informati.

In questo caso, è possibile trarre le seguenti conclusioni in ordine alla capacità esplicativa dei modelli strutturali:

a) il rischio di business rappresenta il rischio sistematico;

b) il rischio finanziario è il rischio idiosincratico.

Ne deriva che, con risultati concettualmente analoghi a quelli ottenuti da Sharpe [93] nella formulazione del suo celebre *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), i modelli strutturali sono in grado, seppur non siano esenti da limitazioni, di valutare un'*asset* suddividendo il rischio totale nelle due componenti suddette e, per ognuna di esse, esplicitando un legame funzionale con i fenomeni da cui lo stesso rischio si origina, tenendo conto della reciproca interazione[3] (per maggiori chiarimenti sul punto in relazione al modello oggetto di analisi vedere Commento 3.1.1).

Entrando nel merito della struttura del modello di Merton, esso definisce il valore di equilibrio delle azioni (il prezzo di mercato del capitale azionario) a partire dal bilancio redatto a valori di mercato e interpretando il valore dell'equity in modo asimmetrico, infatti:

a) qualora il valore di mercato delle passività ecceda quello delle attività, il valore di mercato di dell'equity è nullo (responsabilità limitata);

b) se, invece, il valore di mercato degli attivi è maggiore di quello delle passività, allora il valore dell'equity è positivo e pari alla differenza tra attività e passività.

Si tratta di un modello che interpreta il prezzo delle azioni quotate come se fossero opzioni scritte sul valore di mercato degli attivi con *strike price* pari al valore di mercato delle passività aziendali. Con riferimento a quest'ultimo dato, Merton avanza ipotesi piuttosto irrealistiche sulla struttura finanziaria dell'impresa: più in particolare egli

[3] Tale aspetto sarà ulteriormente approfondito nella Sezione 3.1.1.3 quando si affronterà il concetto di *Distance to Default* (DD) all'interno del modello KMV poiché si tratta di una questione che non emerge nel modello di Merton. Nella Sezione 3.1.1.3 si dirà, infatti, come la DD sia una metrica introdotta allo scopo di sintetizzare in un unico valore il dato risultante dalla particolare configurazione di valore e volatilità delle attività e valore del debito, al fine di ottenere uno *score* che permetta di ottenere un ordinamento analiticamente fondato delle controparti

assume che il debito sia composto da un'unica obbligazione *bullet*[4] con tasso cedolare pari al tasso *risk-free* (r)[5] e scadenza (T_L) più lontana della *maturity* (T) dell'opzione *call*.

Per semplicità, ci si riferirà al valore di mercato dell'attivo, o *Market Value of Asset* (MVA), attraverso la notazione $A_t \overset{d}{=} MVA_t\,,\ t \in [0, T]$. Matematicamente, la relazione suddetta può essere riscritta come:

$$E_T = \begin{cases} 0\,, & \text{se } A_T \notin L \\ A_T - L\,, & \text{se } A_T > L \end{cases} \tag{3.25}$$

o, in modo del tutto, come:

$$E_T = \max(A_T - L\,;\,0) \tag{3.26}$$

Tale relazione, se rappresentata graficamente, evidentemente replica il *payoff* a scadenza di un'opzione *call* (cfr. Figura 3.4). Ne deriva che, come già anticipato, il valore di equilibro dell'equity è pari prezzo di un'opzione *call* scritta sull'attivo di mercato dell'azienda con *strike price* (A) pari al valore di mercato delle sue *liabilities* (L). Pertanto, adattando opportunamente le Equazioni 3.21, 3.23 e 3.24, il prezzo di equilibrio attuale dell'azione (E_0) è dato da:

$$E_0 = A_0 N(d_1) - L e^{-rT} N(d_2) \tag{3.27}$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{A_0}{L}\right) + \left(r + \frac{\sigma_A^2}{2}\right)T}{\sigma_A \sqrt{T}} \tag{3.28}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma_A \sqrt{T}. \tag{3.29}$$

Conseguentemente, è possibile affermare che il valore corrente dell'obbligazione *bullet* sia pari a $A_0 - E_0$[6].

Proseguendo oltre, si è detto che il modello proposto da Merton utilizza la curva dei tassi *risk-free*. Ciò ha enormi implicazioni nel momento in cui si vuole adottare il modello in parola a fini di stima della *default probability*[7]. Più in particolare, l'utilizzo dei

[4]Tale assunzione, in particolare, ha implicazioni molto forti poiché equivale a dire che il livello dell'indebitamento rimanga costante per tutto il periodo di tempo $[t_0\,;\,T]$.

[5]Tali assunzioni verranno approfondite ulteriormente nella Sezione 3.1.1.3.

[6]Si tratta di un risultato non necessario ai fini del presente lavoro ma, per completezza, si ritiene comunque utile darne evidenza.

[7]Sul punto è necessario sottolineare come il modello di Merton, oltre a fornire la stima del prezzo di equilibrio dei titoli azionari, si presta, infatti, anche ad altre applicazioni come quella di produrre stime della PD degli emittenti azioni quotate e la stima degli *spread* di equilibrio sulle obbligazioni emesse da questi ultimi.

tassi privi di rischio implica l'assunzione di un mondo *risk-neutral*[8] in cui la probabilità di insolvenza dell'emittente è data dalla probabilità che l'opzione *call* secondo Merton scada *out-of-the-money*, ovvero che al tempo T il valore delle passività ecceda quello delle attività ($A_T \notin L$). Matematicamente, si ha pertanto che:

$$\text{PD} = \mathbb{P}(A_T \notin L) = \mathcal{N}(-d_2) = 1 - \mathcal{N}(d_2)^{9}. \tag{3.30}$$

Il problema è che per utilizzare l'Equazione 3.30 (vedere anche Equazioni 3.28 e 3.29) è necessario disporre dei valori di σ_V e di V_0 che non sono noti in quanto non osservabili nel mercato. Per aggirare il problema, tuttavia, è possibile osservare E_0 direttamente dai valori di mercato. Se $E_0^m \overset{d}{=} E_0$, l'Equazione 3.27 diventa:

$$E_0^m = A_0\mathcal{N}(d_1) - Le^{-rT}\mathcal{N}(d_2) \tag{3.31}$$

e può essere utilizzata per stimare i valori di σ_V e di V_0 in modo tale che siano coerenti con il prezzo di mercato delle azioni (E_0^m) e la relazione funzionale contenuta nel modello. In aggiunta, è possibile procedere anche alla stima puntuale della volatilità storica dei prezzi azionari σ_E a partire dalle serie storiche dei prezzi attraverso la seguente relazione:

$$\sigma_E^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\Big(E_i - \mathbb{E}[E]\Big)^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\Big(E_i - \overline{E}\Big)^2 \tag{3.32}$$

$$\sigma_E = \sqrt{\sigma_E^2}\ ^{10}. \tag{3.33}$$

In base al Lemma di Itô, si ha che:

$$\sigma_E E_0^m = \frac{\partial E}{\partial A}\sigma_A A_0, \tag{3.34}$$

in cui $\partial E/\partial A \overset{d}{=} \Delta = \mathcal{N}(d_1)$ e rappresenta il Δ dell'azione. Pertanto, l'Equazione 3.34 è riscrivibile come:

$$\sigma_E E_0^m = \mathcal{N}(d_1)\sigma_A A_0. \tag{3.35}$$

L'Equazione 3.35, infine, oltre a rappresentare un vincolo ulteriore che deve essere soddisfatto dai valori di σ_V e di V_0, costituisce la seconda equazione che, assieme all'Equazione 3.31, permette di ottenere una stima coerente di σ_V e di V_0. Le due equazioni, infatti, consentono il calcolo di σ_V e di V_0 attraverso il seguente sistema in

[8] Si ricordi che la stessa assunzione è stata introdotta da Black e Scholes [23].

[9] Porre $\mathcal{N}(-d_2) = 1 - \mathcal{N}(d_2)$ è possibile poiché la distribuzione normale è simmetrica.

[10] Come noto, l'Equazione 3.32 è uno stimatore corretto e non distorto della varianza dei prezzi azionari, pertanto l'Equazione 3.33 è uno stimatore corretto e non distorto della *standard deviation* dei prezzi delle azioni.

due equazioni e due incognite:

$$\begin{cases} \mathrm{E}_0^m = \mathrm{A}_0 \mathcal{N}(d_1) - \mathrm{L} e^{-r\mathrm{T}} N(d_2) \\ \sigma_{\mathrm{E}} \mathrm{E}_0^m = \mathcal{N}(d_1) \sigma_{\mathrm{A}} \mathrm{A}_0. \end{cases} \tag{3.36}$$

Nota 3.1.1 (*Modello di Merton e volatilità implicite*)**.** Hull, Nelken e White [56] hanno dimostrato che, dopo essere state impiegate con profitto per la stima della *default probability* di una controparte, le volatilità implicite[11] delle opzioni sono del tutto coerenti con la struttura del modello proposto da Merton.

Nota 3.1.2 (*Estensioni*)**.** Il modello originario (cfr. Merton [75]) è stato oggetto di numerose estensioni finalizzate sopratutto a rimuovere le assunzioni relative alla struttura finanziaria della società emittente. Particolarmente rilevanti sono le estensioni che si ponevano l'obiettivo di:

a) eliminare l'assunzione di una struttura delle passività rappresentata da un *zero-coupon bond* per lasciar spazio a strutture finanziarie più articolate;

b) introdurre una soglia per delimitare l'insolvenza della controparte diversa dal valore totale del debito aziendale[12].

Corollario 3.1.1 (*Pregi e limitazioni*)**.** Il contributo di Merton certamente si è rivelato determinante per lo sviluppo delle conoscenze attuali in materia di *risk management* poiché presenta due grandi pregi:

a) riesce a cogliere in modo molto efficiente e chiaro il rapporto tra valore di mercato delle attività e delle passività aziendali e della volatilità dell'attivo mettendole in relazione con la probabilità di insolvenza della relativa controparte (per una descrizione vedere Commento 3.1.1);

b) consente una stima analiticamente fondata e oggettiva della *default probability* di una società quotata;

b) permette di determinare, in modo coerente ai risultati di cui ai punti precedenti, lo *spread* di equilibrio e quindi il costo del debito di un emittente, data la sua rischiosità.

A fronte di tali pregi, il modello di Merton soffre anche delle seguenti limitazioni:

a) il modello è in grado di cogliere solamente il rischio di *default*, risultando del tutto insensibile al rischio di migrazione connesso al deterioramento del merito creditizio della controparte senza che la stessa vada in *default*;

[11] La volatilità implicita è definita come il valore di σ che, una volta inserito nel modello di Black e Scholes, restituisce un prezzo teorico dell'opzione uguale alla sua quotazione di mercato.

[12] Con particolare riferimento a quest'ultima estensione vedere Sezione 3.1.1.3.

b) l'assunzione di un'unica passività *bullet* (*zero-coupon bond*) è semplicistica è non è in grado di cogliere le dinamiche dell'indebitamento aziendale delle controparti analizzate;

c) alcune assunzioni derivano dal modello di *option pricing* sottostante ed, in particolare, l'assunzione relativa al tasso d'interesse posto supposto costante pari al tasso *risk-free* (curva dei tassi "piatta" e neutralità al rischio) e l'assunzione relativa alla condizione di mercato perfetto *arbitrage-free*;

d) la soglia che identifica lo stato di insolvenza della controparte è fissa e supposta pari al valore totale del debito con la conseguenza di rendere il modello insensibile alla ripartizione per scadenze delle passività delle imprese reali sovrastimandone la relativa probabilità di insolvenza;

e) l'impossibilità di osservare il valore di mercato degli attivi aziendali e la relativa volatilità che richiede l'applicazione del Lemma di Itô per rendere effettivamente applicabile il modello.

Commento 3.1.1 (*Modello strutturale*)**.** Come è stato precedentemente sottolineato, il modello di Merton può essere classificato tra i modelli strutturali poiché, così come formulato, esplicita una relazione causale tra rischio di *default* della controparte e fonti di rischio sistematiche ed idiosincratiche. Tale relazione viene a determinarsi dal reciproco concorso di quattro sub-cause:

a) valore delle attività al tempo $t = 0$ (A_0),

b) livello di indebitamento (L),

c) volatilità del valore di mercato degli attivi aziendali (σ_A),

d) *maturity*, ovvero la scadenza del debito (T).

In verità la *maturity* del debito non è una sub-causa in senso stretto poiché viene fissato in via preventiva, potendosi affermare che tale valore definisce l'intervallo temporale di riferimento dell'analisi. Analogamente, almeno per quanto avviene nel modello originario, anche il livello dell'indebitamento non rappresenta una sub-causa in senso stretto poiché esso è supposto costante e iniziale del debito ($N_n L \overset{d}{=} L_t = L_0\,,\ \forall t \in [t_0\,;\,T]$).

Nonostante tali precisazioni, è possibile affermare che:

a) il rischio è minore se è basso il livello di indebitamento della controparte e aumenta al diminuire del valore di mercato degli *asset* al tempo $t_0 = 0$[13],

b) il rischio aumenta all'aumentare della volatilità del valore di mercato degli attivi aziendali (o *Market Value of Asset* - MVA),

c) il rischio aumenta al crescere della *maturity* del debito.

Per quanto riguarda la struttura finanziaria della controparte, come accennato nel Corollario 3.1.1, uno dei limiti del modello di Merton è quello di non tenere conto della ripartizione per scadenza del debito aziendale. E' noto, infatti, che la struttura finanziaria delle imprese è molto più complessa rispetto alle assunzioni del modello in analisi ed è costituita da una pluralità di fonti di finanziamento a titolo di debito che differiscono sia per natura (forma tecnica) e sia per scadenza. Con riferimento a quest'ultima, si avrà pertanto debito a breve termine e debito a medio-lungo termine il cui rimborso generalmente segue un piano di ammortamento più o meno stabilito. Chiaramente, fermo restando che a parità di scadenza e di valore nominale un prestito *bullet* è più rischioso di un prestito da rimborsare secondo un piano di ammortamento per questioni connesse alla liquidità, è abbastanza irrealistico stabilire la soglia di *default* pari al valore totale del debito poiché parte di esso dovrà essere pagato successivamente all'epoca T, assunta quale termine di riferimento della valutazione del rischio di insolvenza della controparte. Una proposta per superare tale limitazione è rappresentata dal concetto di *Default Point* (DP) contenuto nella formulazione del modello KMV che verrà trattato nella Sezione 3.1.1.3.

Commento 3.1.2 (PD *reale e risk-neutral*)**.** Come si è visto nel Corollario 3.1.1, Merton assume indifferenza al rischio, ossia che i tassi di mercato siano uguali al tasso *risk-free*. Tale assunzione impatta direttamente sui risultati del modello nel caso in cui esso sia impiegato per stimare la PD di una controparte. Infatti, se il modello fosse applicato così come originariamente formulato, l'output sarebbe rappresentato da PD *risk-neutral* (cfr. Equazione 3.30). Da questo punto di vista, il modello porterebbe a sovrastimare le PD reali. Assumendo che il livello dei tassi di rendimento attesi sul mercato sia pari a μ e che il livello dei tassi *risk-free* sia pari a r, per risolvere il problema e ottenere una stima delle PD reali (PD^{real})è necessario modificare l'Equazione 3.30 in modo tale che la PD reale sia:

$$\text{PD}^{real} = \mathbb{P}(A_T \notin L) = \mathcal{N}(-d_2^*) = 1 - \mathcal{N}(d_2^*) \tag{3.37}$$

[13]In modo equivalente si può dire anche che il rischio aumenta al diminuire del rapporto A_0/L e diminuisce nel caso opposto. Tuttavia, si ritiene in primo luogo preferibile mantenere un certo livello di separatezza tra le due sub-cause poiché si tratta di fenomeni, pur se interconnessi, riconducibili a dimensioni del rischio diverse (rischio sistematico e rischio idiosincratico). In secondo luogo, si è preferito mantenere inalterato l'approccio implicito nel modello che si riferisce in modo separato alle due componenti e non in termini aggregati sotto forma di tasso d'indebitamento.

in cui il termine d_2^*, a partire dalle Equazioni 3.28 e 3.29, è dato da:

$$d_2^* = d_1^* - \sigma_A \sqrt{T} = \frac{\ln\left(\frac{A_0}{L}\right) + \left(\mu + \frac{\sigma_A^2}{2}\right)T}{\sigma_A \sqrt{T}} - \sigma_A \sqrt{T}. \tag{3.38}$$

Occorre osservare che se $\mu = r$, allora $d_1 = d_1^*$ e $d_2 = d_2^*$. Tuttavia, nel mondo reale si ha che $\mu > r$ e, pertanto, si avrà che $d_1 > d_1^*$ e $d_2 > d_2^*$. Ne deriva che $\mathcal{N}(-d_2) \notin \mathcal{N}(-d_2^*)$ e, conseguentemente, $\text{PD} > \text{PD}^{real}$.

3.1.1.3 Il modello KMV

Prima di addentrarsi nella questione, tuttavia, è necessario inquadrare storicamente il problema. I primi modelli di stima della probabilità di insolvenza erano rivolti alla valutazione delle società quotate. Occuparsi di questo tema significa discutere di un modello per le imprese quotate ideato da Vasicek [96] e basato sulla versione stocastica della struttura a termine dei tassi di interesse [14]. Il problema di tale modello riguarda la necessità di considerare la struttura futura della curva dei rendimenti come *underlying asset* di un derivato opzionale su tassi d'interesse. L'*underlying asset* è, pertanto, rappresentato da ogni valore interno alla curva dei tassi, da qui la necessità di definire una teoria per la stima della struttura a termine stocastica dei tassi d'interesse. Uno dei modelli più noti in letteratura è il "modello CIR" (cfr. Cox, Ingersoll e Ross [30]). Altri modelli, ugualmente noti, sono quelli proposti da Ho e Lee [53] e Hull e White [58], nonché da Vasicek [96].

Successivamente, nel corso degli anni '80, Vasicek, iniziò ad occuparsi della questione del rischio di credito impostando il problema in termini di PD. In completa autonomia, Vasicek iniziò a formare un database contenente le serie storiche dei prezzi dei titoli emessi dalle società quotate nei mercati regolamentati statunitensi e canadesi. A partire dai dati raccolti, Vasicek ed il suo gruppo di lavoro iniziarono a stimare la PD delle società del campione sulla base dei dati precedentemente raccolti: l'obiettivo era quello di estrapolare dai prezzi di mercato dei titoli l'informazione relativa alle probabilità di insolvenza dei relativi emittenti. Quando negli anni '90 tali tematiche divennero attuali, si iniziò a porsi il problema di estendere l'analisi anche alla totalità delle imprese operanti sul mercato, per le quali si avvertiva l'esigenza di pervenire ad

[14] La struttura a termine dei tassi di interesse, o curva dei rendimenti, è l'insieme dei diversi tassi di interesse praticati in un dato momento sul mercato. Infatti, il tasso interno per scontare un *cash flow* a tre mesi deve necessariamente essere diverso da tasso impiegato per l'attualizzazione di un flusso di cassa a dieci anni, essenzialmente per via della diversa rischiosità dovuta ad un intervallo temporale più protratto. La curva dei rendimenti, in quest'ottica, i tassi correntemente applicati per ogni singola scadenza temporale. In quest'ambito, assolutamente degno di nota è il concetto di *mean reversion* che, introdotto per la prima volta da Vasicek [96], indica l'assunzione per cui i prezzi dei titoli azionari tendono nel tempo a convergere verso la propria media.

una stima analitica e fondata della rispettiva probabilità di *default*. In tale contesto, la validità degli studi di Vasicek venne riconosciuta dapprima nei paesi anglosassoni e poi dal resto del mondo.

Entrando nel merito dei contenuti dell'idea di Vasicek, si è detto che lo scopo era quello di estrarre dai prezzi di quotazione dei titoli azionari informazioni relative alla PD dei rispettivi emittenti (cfr. Vasicek [99])[15]. In quest'ottica, l'intuizione formale che permise di definire il legame tra corso del titolo e *default probability* fu quella di sviluppare un modello che definisse una relazione tra prezzi di quotazione e PD. Per quanto riguarda la specificazione del modello si fece riferimento al modello di *pricing* dei titoli azionari sviluppato da Merton (cfr. Sezione 3.1.1.2). Le determinanti di tale scelta furono essenzialmente la linearità e l'assenza di problematiche proprie dei *discounted cash flow models* (DCF), per i quali è necessario esplicitare i flussi di cassa futuri, l'orizzonte temporale e il tasso di attualizzazione. A differenza di tutti i modelli di valutazione del valore delle azioni basati sull'attualizzazione dei *cash flow* futuri, ora si mette in luce, con semplicità e immediatezza, la connessione fra equity e il valore dell'opzione *call* avente per *underlying asset* l'attivo patrimoniale della società valutato a valori di mercato e per *strike price* il valore di mercato del passivo. A partire da tale presupposto, Vasicek fece emergere un elemento ulteriore che la teoria di Merton lasciava solamente implicito. Dunque, a partire dai prezzi di mercato delle azioni e dal risultato ottenuto da Merton, l'idea innovativa di Vasicek fu quella di definire la nozione di *Expected Default Frequency*™ (EDF™) come la probabilità che l'opzione *call* scritta sulle attività valutate a valori di mercato della società e con *strike price* pari alle sue passività sia *out of the money* (EDF™ = $\mathbb{P}(A_{t=1} \notin L)$)[16]. Pertanto, secondo Vasicek, fissare lo *strike price* dell'opzione *call* pari alle passività e dire che in quel caso il valore dell'opzione è nullo, significa affermare che l'azienda è in *default* visto che il valore di mercato delle sue passività eccede quello delle sue attività.

Definizione 3.1.5 (*Expected Default Frequency*™)**.** La misura della probabilità che si verifichi il *default* di una controparte entro uno specifico periodo di tempo si definisce *Expected Default Frequency*™. Il *default* di una controparte si verifica qualora il *Market Value of Asset* è inferiore alle passività divenute esigibili (*Default Point*™).

Nota 3.1.3 (*Default probability e Expected Default Frequency*™)**.** E' evidente, a questo punto, che sia il modello di Merton [75] e sia quello di Vasicek [99] permettono di ottenere una stima della *default probability* di una controparte. Tuttavia, è necessario evidenziare come la natura delle due stime sia in parte diversa, pur se entrambi i

[15] Per un approfondimento vedere anche Bharath e Shumway [22].

[16] Per maggiori informazioni vedere http://www.moodysanalytics.com/~/media/Brochures/Credit-Research-Risk-Measurement/Quantative-Insight/CreditEdge/EDF-Expected-Default-Frequency-Overview.ashx.

modelli si basano sui risultati di Black e Scholes [23] e si possa dire che il modello di Vasicek costituisce un'estensione del modello proposto da Merton. Brevemente, la stima della PD ottenuta attraverso l'applicazione del modello di Merton è un dato di modello (cfr. Equazione 3.37) che sconta tutte le ipotesi che sono state discusse nella Sezione 3.1.1.2; le *Expected Default Frequency*™, invece, sono stimate in base ai *default rate* empiricamente osservati dopo aver precedentemente ordinato e *clusterizzato* le controparti del campione. Tale procedura permette di superare alcune ipotesi contenute nel modello di Merton e, contemporaneamente, di superare le problematiche connesse all'impossibilità di osservare il *Market Value of Asset*. In definitiva, si può affermare che l'origine della stima della PD secondo Merton deriva da un modello analitico che sconta talune assunzioni e che non riconduce l'output a tassi di *default* empirici. Contrariamente, il modello di Vasicek, sfrutta il modello analitico di Merton solamente per ordinare e classificare le controparti per poi stimare la PD sulla base dei *default rate* che si sono effettivamente verificati in ogni *cluster* omogeneo di controparti. Per tale ragione, in questa sede, si ritiene opportuno indicare la probabilità di insolvenza stimata col modello KMV con ${}_{actual}\text{PD} \equiv \text{EDF}^{\text{TM}}$, in modo tale da tenere le due stime distinte (cfr. Equazione 3.41). Tale distinzione è opportuna anche per un altro motivo. In relazione al modello di Merton, infatti, si è detto che esso permette di stimare PD *risk-neutral* (cfr. Commento 3.1.2). Ebbene, il modello KMV può essere visto anche come un metodo che consente di convertire le PD neutrali al rischio in PD effettive (${}_{actual}\text{PD}$). Ciò è possibile, come si vedrà nel continuo della presente Sezione, grazie all'applicazione di un metodo a due passi in cui si assume implicitamente che il *ranking* delle controparti ottenuto tramite le PD *risk-neutral* sia il medesimo di quello che si potrebbe ottenere se lo stesso ordinamento fosse derivato a partire da PD effettive. Obiettivamente, si tratta di un'assunzione piuttosto realistica.

Definizione 3.1.6 (*Default Point*™)**.** Si definisce *Default Point*™ il livello di *Market Value of Asset* al di sotto del quale sopravviene l'incapacità della controparte di onorare i pagamenti per il rimborso del debito precedentemente contratto. Il *Default Point*™ è un valore connesso alle caratteristiche della specifica controparte e dipende dalla sua struttura finanziaria.

Si tratta di una differenza di non poco conto, infatti:

a) Merton interpretava direttamente la PD come probabilità che l'opzione *call* scada OTM;

b) Vasicek interpreta la stessa probabilità non come PD, ma come *Expected Default Frequency*™ stimate a partire da *default rate* empirici[17].

[17] Le conseguenze di tale interpretazione verranno meglio chiarite nel seguito della presente Sezione.

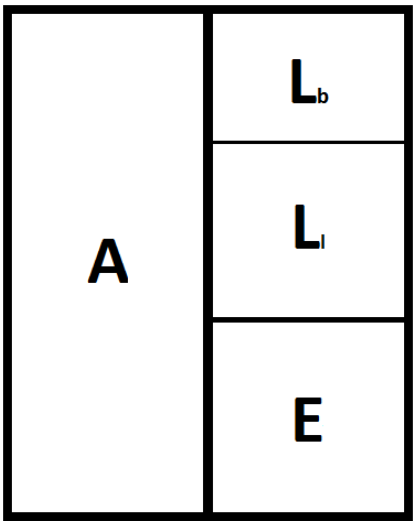


Figura 3.5: KMV *model - Capital structure*

Nota 3.1.4 (*Default Point*)**.** Un seconda differenza tra il modello di Merton ed il Modello KMV risiede nel concetto di *Default Point*™ (DP™). Per chiarire meglio la questione è necessario assumere che la struttura finanziaria della controparte sia come quella rappresentata in Figura 3.5, ovvero sia comporta da equity e da debito in modo tale che:

$$A = L + E = (L_b + L_l) + E, \tag{3.39}$$

in cui A è il valore di mercato degli *asset*, E il valore dell'equity e L il valore totale del debito a sua volta composto da debito a breve termine (L_b) e debito a lungo termine (L_l). Detto ciò, il *Default Point* è definito come:

$$DP = L_b + \frac{1}{2}L_l. \tag{3.40}$$

A questo punto, vista la Definizione 3.1.6, è possibile affermare che l'introduzione della nozione di *Default Point* permette di superare in parte l'assunzione del modello di Merton relativa alla struttura finanziaria delle controparte rappresentata da un unico *zero-coupon bond*. Il modello KMV, infatti, riconosce che la struttura finanziaria delle imprese è ripartita per scadenze successive di rimborso delle passività finanziarie precedentemente contratte. Tuttavia, almeno per quanto riguarda la definizione di DP che è stata data in questa sede, la scelta di definire la soglia dell'insolvenza pari alla somma di debito a breve e di metà debito a lungo termine appare arbitraria. Nonostante questa precisazione, tuttavia, si ritiene che ciò non rappresenti un limite in senso stretto del modello in oggetto poiché la procedura a due passi proposta de KMV tende ad ridurre l'inevitabile margine di errore che si commette.

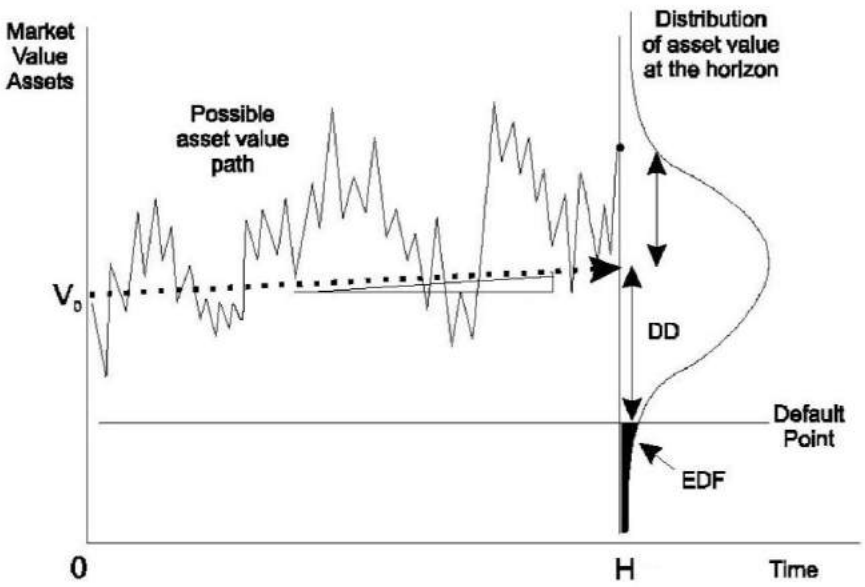


Figura 3.6: KMV *model* (fonte: Kealhofer [62])

Riprendendo il tema della stima della PD per l'analisi del merito di credito delle società quotate, si è detto che l'approccio utilizzato per stimare il profilo di rischio di queste controparti fu ideato negli anni '80 da Vasicek. L'idea è passata alla storia come "modello KMV" (dal nome dell'azienda che industrializzò l'idea e iniziò ad appiccarla) e si basa sullo sviluppo del modello di Merton, in cui si spiega il valore di equilibrio dei prezzi azionari (per un approfondimento vedere Kealhofer [62]). Nel modello KMV si definisce il valore dell'equity di una azienda come il valore di un'opzione *call* scritta sul valore di mercato dell'attivo (*underlying asset*) con *strike price* pari al valore di mercato del passivo dell'azienda. Lo scopo è quello di stimare la probabilità di *default* di una azienda quotata implicita nei prezzi azionari. Tale modello può essere utilizzato anche per esplicitare il legame tra prezzo azionario e PD infatti, interpretando il prezzo del titolo azionario come prezzo di un'opzione *call*, la probabilità di insolvenza dell'azienda non è altro che la probabilità che l'opzione sia *out of the money*, ovvero che il suo valore sia nullo.

Proseguendo oltre, si valuti il rischio associato al merito di credito di un'azienda nell'intervallo $[t_0; t_1]$. Inoltre si rappresenti graficamente quanto precedentemente riferito ponendo in ascissa il tempo e in ordinata il valore dell'attivo dell'azienda (*underlying asset*) e il valore del suo passivo (*strike price*). Considerato che l'EDF™ corrisponde alla probabilità che l'opzione sia OTM, è possibile rappresentare in t_1 la distribuzione del valore di mercato delle attività dell'impresa. Se il valore dell'attivo

risulta maggiore del valore del passivo, l'azienda è solvibile e il suo valore è positivo (opzione *call in the money*); contrariamente, se la valutazione dell'attivo patrimoniale sarà inferiore a quella del passivo, l'azienda è in *default* e il suo valore è nullo (opzione *call out of the money*). In termini formali si ha che:

$$\text{PD} \approx {}_{actual}\text{PD} \equiv \text{EDF}^{\text{TM}} \approx \int_{-\infty}^{\text{DP}} f(x)\,dx. \tag{3.41}$$

Tale modello, tuttavia, presenta un problema applicativo molto rilevante rispetto a quanto non avviene per il *pricing* delle opzioni attraverso il modello di Black, Scholes e Merton (cfr. Sezione 3.1.1.1): proprio a causa di tali problematiche quest'ultimo modello è inapplicabile e si rende necessario procedere con un metodo a due passi:

a) la funzione di ordinamento delle controparti attraverso l'inversione dell'equazione di *option pricing* di B&S (cfr. Equazioni 3.42 e 3.43) il calcolo della *Distance to Default* (cfr. Equazione 3.45) viene detta "calcolo dello *score*";

b) stima puntuale della PD tramite il calcolo della frequenza relativa di (EDF™), sulla base delle informazioni campionarie delle aziende precedentemente clusterizzate in base alla *Distance to Default*, ovvero l'identificazione della misura di rischio cardinale è detto "*mapping* dello *score* sulla PD".

Entrando nel merito delle problematiche riscontrate, esse riguardano l'impossibilità di osservare il valore dell'*underlying asset* che, in questo caso, è il valore *marked to market* dell'attivo patrimoniale dell'azienda (a sua volta influenzato da una molteplicità di fattori intangibili) e non il prezzo di mercato del titolo azionario, come invece avveniva in B&S.

L'equazione 3.41 è facilmente interpretabile dal punto di vista logico; tuttavia, dal punto di vista applicativo l'argomento dell'integrale, ovvero la funzione di densità di probabilità dei possibili valori futuri delle attività patrimoniali dell'impresa, non è noto. Apparentemente sembra di aver imboccato una via teoricamente fondata ma non praticabile dal punto di vista applicativo: infatti, l'obiettivo era quello di pervenire ad una misura cardinale della PD attraverso un modello analitico. In altri termini, il prezzo da pagare per aver una rappresentazione teorica fondata della probabilità di *default* è l'impossibilità di conoscere la funzione di densità per procedere al calcolo diretto della *probability of default* attraverso l'Equazione 3.41. Per risolvere il problema, dunque, Vasicek si pose l'obiettivo di identificare una qualche forma di misura non direttamente dipendente (come l'integrale) da un'ipotesi distributiva sull'*underlying asset* in modo tale da svincolare il problema da ipotesi non empiricamente verificabili. Per fare ciò, le informazioni disponibili erano le seguenti:

a) il prezzo dell'opzione *call* derivante dalla quotazione dei rispettivi titoli nel mercato mobiliare (il valore dell'equity);

b) il valore delle *liabilities* al tempo t_1 (*bonds*, *loans*, strumenti ibridi classificabili come strumenti di debito in base al loro stadio di vita, ecc.) (lo *strike price*).

In aggiunta, i fattori di input necessari alla teoria dell'*option pricing*:

a) il valore dell'*underlying asset*,

b) la volatilità storica,

c) lo *strike price*,

d) il tempo alla scadenza (*maturity*),

e) il *risk-free rate*.

Le uniche variabili incognite erano il valore del sottostante (attivo patrimoniale) e la volatilità storica[18]. Dunque, l'intuizione di Vasicek è quella di invertire il modello per ottenere i valori dell'*underlying* coerenti con i prezzi noti di mercato attraverso le Equazioni 3.42 e 3.43 (cfr. Kealhofer [62, p. 13]).

$$\begin{aligned}\text{Equity Value} = \text{Option Function}\Big(&\text{Asset Value,}\\ &\text{Asset Volatility, Capital Structure, Interest Rate}\Big)\end{aligned} \tag{3.42}$$

$$\begin{aligned}\text{Equity Volatility} = \text{Option Function}\Big(&\text{Asset Value,}\\ &\text{Asset Volatility, Capital Structure, Interest Rate}\Big)\end{aligned} \tag{3.43}$$

In termini più rigorosi, il modello KMV prevede la risoluzione del seguente sistema non lineare:

$$\begin{cases} f_1^{B\&S}(\mathrm{E}, \sigma_E) = \mathrm{A}_{t=0}\mathcal{N}(d_1) - e^{-r(t_1-t_0)}\mathrm{L}\mathcal{N}(d_2) - \mathrm{E}_{t=0} = 0 \\ f_2^{B\&S}(\mathrm{E}, \sigma_E) = \dfrac{\mathrm{A}_{t=0}}{\mathrm{E}_{t=0}}\mathcal{N}(d_1)\sigma_\mathrm{A} - \sigma_E = 0 \end{cases} \tag{3.44}$$

[18] La volatilità implicita, a differenza di quella storica, è la volatilità dell'*underlying asset* che rende il prezzo osservato nel mercato coerente con il modello, ovvero è l'elemento che permette di ottenere un valore dell'opzione uguale a quello di mercato. Per calcolare la volatilità implicita è necessario invertire l'equazione di B&S in modo da avere come incognita la volatilità implicita dopo l'inserimento del valore del prezzo di mercato dell'opzione

Una volta ottenuto il valore degli *asset* delle società, è possibile misurare analiticamente quanto tale valore è prossimo a quello delle *liabilities*, ovvero quanto il valore dell'*underlying asset* si avvicina a quello dello *strike price* o, in altri termini, quanto l'opzione si approssima ad essere *out of the money*. Pertanto, in questo modo, si è derivato un modello che permette di ordinare le imprese secondo probabilità di *default* in modo analitico e su base comune. Infatti, maggiore è la distanza è la differenza positiva tra *assets* e *liabilities*, o tra *underlying asset* e *strike price*, minore è la probabilità di *default*. Quindi, in altre parole, confrontando lo *strike price*, il valore dell'*underlying asset* e la sua volatilità, si è in grado di ordinare tutte le controparti in termini di probabilità di *default*. In questo caso, è necessario sottolineare, è il modello sottostante che fornisce un ordinamento in cui la PD, ovvero la misura ordinale, è esplicitata. Per tale ragione non si è ottenuto una misura ordinale fine a sé stessa: l'ordinamento è analiticamente fondato su un modello analitico che utilizza la *default probability* quale criterio ordinatorio esplicito, nonché oggettivamente fondato. Ancora, è possibile affermare che un'impresa sia più rischiosa di un'altra poiché il valore della volatilità rende più o meno ampia la probabilità sotto che al tempo t_1 il valore di mercato delle rispettive attività sia inferiore di quello delle passività. Dunque, in questo modo non ci si limita ad esprimere un giudizio ordinale fine a sé stesso, ma si esprime un giudizio basato sulla PD, ovvero tale per cui "l'impresa A è più rischiosa dell'impresa B perché la sua probabilità di *default* è maggiore rispetto a quella di B".

La possibilità di fornire una motivazione ad un dato ordinamento permette anche di passare da una misura ordinale ad una misura cardinale. Infatti, su base storica, è possibile osservare i *default* che si sono verificati nelle aziende prese come riferimento campionario: con riferimento alla distribuzione di bernoulli viene assegnato valore 1 all'evento "*default*" e valore 0 all'evento "solvibilità". Ancora, ordinando tutte le imprese del campione col metodo di Vasicek e suddividendole in *cluster* omogenei sulla base della loro volatilità implicita, è possibile stimare in modo puntuale la probabilità di *default* di ogni *cluster* a partire dai valori campionari osservati. In questo modo, infatti, si assume che le osservazioni di ogni controparte appartenente ad un determinato *cluster* rappresentino tutte estrazioni da una medesima variabile casuale bernoulliana, caratterizzata dallo stesso valore $\text{P} = \text{PD}$. Infatti, la frequenza dei *default* rapportati alla numerosità campionaria è uno stimatore non distorto della PD delle imprese appartenenti ad uno specifico *cluster* e, come già detto precedentemente, rappresenta la una misura cardinale del merito di credito delle medesime società.

Per concludere, si è esposto il metodo per esplicitare la PD a partire dalle informazioni di mercato sui prezzi dell'equity. Si è detto che per calcolare la misura del merito basata sulla PD è necessario un approccio a due passi. Il modello a due passi deriva dal

fatto che l'interpretazione teorica del modello è basata su una variabile latente e non osservabile. Inoltre, nell'equazione di B&S invertita si hanno due incognite e, pertanto, non è possibile chiudere il sistema. In altri termini, si vuole semplificare il problema e passere da un soluzione definita in $\mathbb{R}^3$ ad un'unica misura definita in $\mathbb{R}$, ovvero ad una misura in grado di ordinare le controparti.

La metrica più idonea allo scopo è la *Distance to Default*™ (DD™), che è definita come la differenza tra il *Market Value of Asset* (MVA - indice di posizione) e il valore delle *liabilities* (*strike price*) diviso la volatilità dell'MVA moltiplicata per il MVA (cfr. Equazione 3.45).

Definizione 3.1.7 (*Distance to Default*™)**.** Si definisce *Distance to Default*™ la misura della distanza tra il *Market Value of Asset* e il *Default Point*™.

$$\text{DD}^{\text{TM}} = \frac{\text{MVA} - \text{L}}{\sigma_{mva} \cdot \text{MVA}} = \frac{\text{MVA} - \text{DP}^{\text{TM}}}{\sigma_{mva} \cdot \text{MVA}} \tag{3.45}$$

Nota 3.1.5 (*Modello strutturale*)**.** Il modello KMV, al pari del modello di Merton, può definirsi un modello strutturale. Esso, infatti, esplicita una relazione analiticamente fondata da dati di mercato e dati fondamentali della controparte. Pur se con alcune differenze, in questa sede si ritengono valide le stesse considerazioni riportate con riferimento al modello di Merton a cui si rimanda (cfr. Commento 3.1.1).

Nota 3.1.6 (*Ordinamento*)**.** Si è precedentemente affermato che l'ordinamento delle controparti deve essere compiuto attraverso la *Distance to Default*. Se si rappresenta graficamente la DD in ascissa e i tassi di *default* in ordinata, è necessario aspettarsi che questi ultimi siano coerenti con l'ordinamento ottenuto e che all'aumentare della DD corrispondano tassi di *default* crescenti in modo monotono. Ancora, bassi valori di DD ($MVA - L$) corrispondono ad un merito di credito basso (perché il valore dell'*underlying asset* è prossimo allo *strike price*) e, quindi, a un tasso di *default* alto: tanto più la DD aumenta, tanto maggiore è il miglioramento del merito di credito delle controparti e tanto minori sono la PD e il tasso di *default*. In questo modo è possibile testare scientificamente la robustezza del modello: se si ha un ordinamento che produce una struttura dei tassi dei *default* per blocchi di controparti con DD omogenea e di cui si calcola la frequenza relativa, è necessario ottenere una relazione monotona decrescente.

Corollario 3.1.2 (*Pregi e limitazioni*)**.** Il modello KMV rappresenta, di certo, un modello di grande interesse poiché è riuscito a superare parte delle limitazioni che affliggevano i modelli precedenti. Esso, infatti, presenta i seguenti pregi:

a) il modello KMV permette di costruire delle matrici di transizione e di modellare anche il rischio di migrazione;

b) tutte le controparti assegnate ad un medesimo *cluster* sulla base della *Distance to Default* non condividono la medesima PD effettiva: ciò perché, pur se implicitamente si assume che il merito creditizio delle controparti all'interno di un *cluster* sia rappresentato dalla stessa v.c. bernoulliana, a partire dalla conoscenza dei dati relativi alla DD e alla PD medi di ogni *cluster* è possibile stimare una relazione lineare tra DD e PD in modo tale da poter assegnare ad ogni controparte una valore di PD che deriva direttamente dalla sua DD specifica;

c) le *Expected Default Frequency* sono sensibili al variare della situazione economico-finanziaria delle controparti analizzate poiché sono determinate a partire da dati di mercato, per tale ragione il modello KMV segue un approccio *forward-looking*;

d) le *Expected Default Frequency* non sono influenzate in modo significativo dal ciclo economico generale poiché in periodi recessivi le imprese tendono a spostarsi verso *cluster* più rischiosi, ma le caratteristiche dei singoli *cluster* tende ad essere invariante rispetto al ciclo economico visto che essi sono definiti in termini di *Distance to Default* (approccio c.d. *point-in-time*) e non in termini di tassi di *default* empirici come avviene per le classi di *rating* (approccio c.d. *through-the-cycle*)[19].

Tuttavia, a fronte di tali punti di forza, il modello KMV presenta due limitazioni:

a) il modello, almeno nella sua formulazione originaria, non è applicabile per la stima delle PD delle controparti non quotate[20];

b) il modello KMV, al pari del modello di Merton, segue l'approccio *contigent claim* e, pertanto, assume l'efficienza dei mercati e assenza di opportunità di arbitraggio.

3.1.2 Stima della *default probability* nelle *private companies*

3.1.2.1 Aspetti introduttivi

Il modello in analisi rappresenta la tipologia di approccio più usata per le banche dell'Europa continentale che tipicamente intrattengono rapporti con controparti non quotate. Tale approccio è stato sollecitato dalle esigenze emerse a seguito del passaggio a Basilea II avvenuto agli inizi degli anni 2000 e, seppur a partire da considerazioni profondamente diverse, conduce alle medesime conclusioni del modello di KMV. Più

[19] E' stato empiricamente osservato che le migrazioni tra i diversi *cluster* sono più frequenti nel modello di KMV rispetto a quanto non avvenga per le migrazioni tra le classi di *rating* e che la migrazione di una controparte è rilevata con circa un anno di anticipo dal modello KMV rispetto a quando si verifica l'*up-downgrade* del *rating* da parte delle agenzie (per un approfondimento vedere Resti e Sironi [88, p. 416-419]).

[20] Occorre precisare che, col tempo, la società Moody's KMV ha esteso il modello affinché esso possa trovare applicazione anche per le società non quotate. Una delle soluzioni formulate è nota come modello "*Risk-Calc*™" (per maggiori informazioni vedere http://www.moodysanalytics.com/Products-and-Solutions/Enterprise-Risk-Solutions/Credit-Assessment-and-Origination/RiskCalc).

in particolare, il primo passo del modello per la stima della PD delle società non quotate differisce nella pratica (ma non nella logica sottostante) dal primo passo del modello di KMV poiché utilizza una misura diversa dalla *distance to default* per identificare i vari *clusters*; il secondo passo è invece esattamente il medesimo del modello KMV. Anche in questo caso è necessario ricorrere ad una procedura a due passi poiché, come nel modello per le società quotate, si è in presenza di una variabile latente, ovvero la distribuzione di probabilità ignota di A_{t+1}.

Per le imprese non quotate non si hanno, a differenza delle imprese quotate, il valore di quotazione delle opzioni che sconta quasi in tempo reale tutte le informazioni disponibili sul mercato (ad esempio le *views* degli operatori). Tuttavia, è bene specificare che il prezzo ha anche degli aspetti negativi dati dalle componenti del prezzo determinate da dinamiche speculative di breve periodo e non dai fondamentali dell'impresa, tanto che stimare la PD sulla base della distribuzione dei prezzi può portare ad una stima spuria. Dunque, con riferimento alle imprese non quotate gli input di partenza disponibili sono diversi rispetto a quelli che si hanno per alle imprese quotate, più in particolare essi sono:

a) i dati di bilancio: si tratta di un'informativa chiaramente insufficiente e di dubbia affidabilità per via dei limiti e delle distorsioni di carattere fiscale e contabile, nonché della bassa frequenza dell'informazione e della sua disponibilità ritardata (cfr. Sezione 9.2.1);

b) i dati andamentali (o *behavioral data*): si tratta di dati riguardanti i comportamenti che la controparte ha con la banca. Questi dati possono essere ulteriormente suddivisi in:

   i. dati andamentali interni, ovvero quei dati che derivano dal rapporto tra la banca e la specifica controparte e hanno il limite di essere parziali ed incoerenti (cfr. Sezione 9.2.2.2);

   ii. dati andamentali aggregati (cfr. Sezione 9.2.2.1), ovvero i dati che derivano dal flusso di ritorno della Centrale dei rischi relativi ai rapporti che le singole controparti della banche intrattengono con il sistema bancario in generale. I vantaggi del ricorso alla CR sono:

      - maggiore frequenza dell'informazione andamentale (mensile),
      - maggiore tempestività (entro seconda parte del mese successivo a quello di riferimento).

In generale, per il calcolo della PD i dati andamentali sono molto più rilevanti rispetto ai dati di bilancio e pertanto hanno un impatto maggiore sulla relativa stima. In gergo si parla di "modulo/gamba di bilancio" e "modulo/gamba andamentale" per

indicare le rispettive fonti informative. Ogni modulo deve essere analizzato in modo indipendente con metodologie diverse per ottenere:

a) uno *score* interno;

b) uno *score* di Centrale dei rischi;

c) uno *score* di bilancio.

Per determinare tali *score*, è necessario partire dal presupposto per cui non è possibile procedere dallo sviluppo del modello Merton come accadeva per le imprese quotate.

Dal punto di vista storico, la stima della PD delle imprese non quotate si è sviluppato nei primi anni 2000, in ritardo rispetto agli anni '90 in cui si sviluppò la teoria per le imprese quotate. L'impulso alla ricerca è stato dato dall'esigenza normativo proveniente Basilea II. Con la prima bozza di Basilea II, infatti, si diede nuovo impulso al processo di formalizzazione del rischio di credito: per le società quotate la questione era già risolta dal modello KMV degli anni '80, mentre per le non quotate si dovette procedere alla strutturazione di un modello specifico appositamente rivolto a dare risposta alle esigenze applicative di Basilea II. L'idea che prevalse fu quella più semplice per due ragioni:

a) la semplicità concettuale ed applicativa;

b) per l'autorevolezza dell'*advisor* (Oliver Wyman[21]) che l'aveva proposta.

3.1.2.2 I modelli *Logit-Probit*

L'intuizione sottesa ai modelli *logit-probit* è quella che vi sia una relazione tra la *default probability* della controparte e le variabili esogene del modello di regressione. Queste ultime, ovviamente, devono essere variabili di cui è possibile disporre di serie storiche per procedere alla stima del modello. Pertanto, visto quanto detto nella Sezione 3.1.2.1, è possibile affermare che le variabili del modello possano essere rappresentate da:

a) il *Return on Equity* (ROE), il *Return on Asset* (ROA), il *Return on Investment* (ROI) o il *Return on Sales* (ROS);

b) il tasso d'indebitamento (*leverage*) e *Return on Debt* (ROD);

c) il rapporto tra attività correnti e passività correnti (*current ratio*);

[21] Oggi è la Oliver Wyman l'*advisor* principale della BCE per il nuovo sistema di regolamentazione europea.

d) il rapporto *Free Cash Flow from Operations* (FCFO) o *Free Cash Flow to Equity* (FCFE) e indebitamento totale;

e) il rapporto tra attività correnti e fatturato netto.

Per quanto riguarda l'identificazione di tali variabili è possibile fare riferimento alla consuete tecniche di specificazione già note per i modelli di regressione.

I modelli di regressione lineare, se applicati alla stima della *default probability*, pur essendo semplici da stimare e intuitivi nell'interpretazione dei coefficienti $\hat{\beta}_i$, presentano il problema che la probabilità stimata non è compresa nell'intervallo $(0, 1)$ e che l'influenza delle singole variabili esplicative è costante. Si tratta di limitazioni che ne impediscono l'applicazione alla stima della *default probability* poiché pur se in grado di fornire un ordinamento analiticamente fondato delle controparti, non permettono di ottenere stime utilizzabili entro un modello più esteso finalizzato alla stima delle distribuzione di perdita della singola esposizione e complessiva di portafoglio.

Per superare tali problematiche è necessario procedere alla stima della PD attraverso modelli di regressione non lineare a dominio limitato per variabili dipendenti binarie. Tuttavia, l'adozione di tali modelli, rispetto ai modelli lineari, presenta fondamentalmente due tipologie di inconvenienti, ovvero:

a) maggiore difficoltà nell'interpretazione del vettore dei coefficienti stimati della regressione $\hat{\boldsymbol{\beta}}$;

b) impossibilità di procedere alla stima dei coefficienti attraverso il metodo OLS (*Ordinary Least Square*) per via mancato rispetto del Teorema di Gauss-Markov a causa della presenza di eteroschedasticità nei residui (ϵ) della regressione[22].

Più in particolare, tali modelli perseguono l'obiettivo di modellare la probabilità (*response probability*) che la variabile dipendente binaria (Y) assuma valore "1" dato un *set* di variabile esplicative indipendenti (X_i). In termini più rigorosi, si vuole determinare:

$$\mathbb{P}(y = 1 \mid x_1, x_2, x_3 \dots x_k) = \mathbb{P}(y = 1 \mid \mathbf{x}) \tag{3.46}$$

in cui PD $\stackrel{d}{=} \mathbb{P}(y = 1)$ e $\mathbf{x}$ rappresenta il vettore riga delle k variabili esplicative indipendenti X_i. Pertanto, si rende necessaria l'adozione di una funzione non lineare

[22] La conseguenza del mancato rispetto del Teorema di Gauss-Markov riguarda le caratteristiche dello stimatore β_{OLS}. Più in particolare, qualora non siano rispettate le condizione dell'enunciato del Teorema, lo stimatore β_{OLS} non è un *Best Linear Unbiased Estimator* (BLUE). Nel caso oggetto di analisi, l'eteroschedasticità nei residui della regressione implica che lo stimatore β_{OLS} non sia il più efficiente della classe degli stimatori lineari non distorti per il parametro β o, in altri termini, implica che lo stimatore β_{OLS} non sia lo stimatore con varianza minima. Per tale ragione si rende necessario l'applicazione di un metodo di stima diverso dal metodo dei minimi quadrati ordinari (OLS) come il metodo dei minimi quadrati generalizzati (*Generalized Least Squares* - GLS) o il metodo della massima verosimiglianza (*Maximum Likelihood* - ML).

G che permetta di ottenere stime comprese nell'intervallo $(0, 1)$.

Assumendo che la *response probability* dipenda linearmente dal *set* di variabili esplicative $\mathbf{x}$ e dal *set* dei rispettivi coefficienti $\boldsymbol{\beta}$, è possibile superare le limitazioni dei modelli lineari attraverso la classe dei modelli a risposta binaria (o *binary response models*):

$$\mathbb{P}(y = 1 \mid \mathbf{x}) = \mathrm{G}(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 \ldots \beta_k x_k) = G(\beta_0 + \boldsymbol{\beta}\mathbf{x}) \tag{3.47}$$

in cui $\mathrm{G}(z) : \mathbb{R} \longrightarrow [0, 1]$. Tale condizione assicura un valore della *response probability* compreso nell'intervallo $(0, 1)$. In relazione a G, sono state avanzate proposte riguardo la sua identificazione ma quelle che hanno prevalso sono la funzione di ripartizione cumulata della distribuzione logistica standard e della distribuzione normale standard (rispettivamente per il modello *logit* e il modello *probit*).

Per quanto riguarda le assunzioni alla base dei modelli in oggetto, esse sono:

a) l'esistenza di una v.c. latente y^* non osservabile poiché sono osservabili solamente i due eventi estremi "*default*" e "solvibilità";

b) l'esistenza di una v.c. y osservabile che assume valori "0" e "1" che corrispondono agli eventi estremi della v.c. latente y^*;

c) l'esistenza di una valore-soglia (s) che permette di individuare i due stati possibili della v.c. osservabile y in modo tale che:

$$\begin{cases} y = 1 & \text{se } y^* > \mathrm{s} \\ y = 0 & \text{se } y^* \leq \mathrm{s} \end{cases} \tag{3.48}$$

d) la validità della seguente uguaglianza:

$$y^* = \beta_0^* + (x_i^1 - x_i^0)\beta^* + (\epsilon_i^1 - \epsilon_i^0) = \beta_0 + \boldsymbol{\beta}\mathbf{x} + \epsilon. \tag{3.49}$$

Tali assunzioni hanno implicazioni di assoluto rilievo poiché:

$$\begin{aligned}
\mathbb{P}(y=1) &= \mathbb{P}(y^* > \mathrm{s}) \\
&= \mathbb{P}\left(y^* - (\beta_0^* + x\beta^*) > \mathrm{s} - (\beta_0^* + x\beta^*)\right) \\
&= \mathbb{P}\left(\epsilon > \mathrm{s} - (\beta_0^* + x\beta^*)\right) \\
&= \mathbb{P}\left(\frac{\epsilon}{\sigma} > \frac{\mathrm{s} - (\beta_0^* + x\beta^*)}{\sigma}\right) \\
&= 1 - \mathbb{P}\left(\frac{\epsilon}{\sigma} \notin \frac{\mathrm{s} - (\beta_0^* + x\beta^*)}{\sigma}\right) \\
&= 1 - \mathrm{G}\left(\frac{\mathrm{s} - (\beta_0^* + x\beta^*)}{\sigma}\right) \\
&= \mathrm{G}\left(\frac{(\beta_0^* + x\beta^*) - \mathrm{s}}{\sigma}\right) \\
&= \mathrm{G}(\beta_0 + x\beta - \mathrm{S})
\end{aligned} \tag{3.50}$$

in cui $\beta_0 = \beta_0^*/\sigma$, $\beta = \beta^*/\sigma$ e $\mathrm{S} = \mathrm{s}/\sigma$. Inoltre, considerato che la stima dei parametri β non può avvenire disgiuntamente a quella di σ e c, ponendo questi ultimi pari $\sigma = 1$ e $\mathrm{c} = 0$ si ottiene l'Equazione 3.47 da cui derivano le Equazioni 3.52 e 3.59.

Il modello *logit*. Più in particolare, se $\Lambda(z)$ è la funzione di ripartizione cumulata della v.c. logistica standard (cfr. Figura 3.7) definita come:

$$\mathrm{G}(z) \stackrel{d}{=} \Lambda(z) = \frac{e^z}{(1+e^z)}, \tag{3.51}$$

il modello *logit*, a partire dai risultati ottenuti con l'Equazione 3.47, è esprimibile come:

$$G(\beta_0 + \boldsymbol{\beta}\mathbf{x}) = \int_{-\infty}^{\beta_0+\boldsymbol{\beta}\mathbf{x}} \Lambda(z)\, dz = \frac{1}{1+e^{-(\beta_0+\boldsymbol{\beta}\mathbf{x})}} \tag{3.52}$$

Nell'ambito del modello *logit*, di particolare interesse è il c.d. *odd ratio*. A partire dal risultato ottenuto nell'Equazione 3.55, è possibile scrivere che:

$$p = \frac{1}{1+e^{-(\beta_0+\boldsymbol{\beta}\mathbf{x})}}, \tag{3.53}$$

da cui è possibile ottenere:

$$e^{\beta_0+\boldsymbol{\beta}\mathbf{x}} = \left(\frac{p}{1-p}\right). \tag{3.54}$$

Calcolando il logaritmo naturale di entrambi i membri dell'Equazione 3.54, si

ottiene:

$$\beta_0 + \boldsymbol{\beta}\mathbf{x} = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right). \tag{3.55}$$

I risultati ottenuti con le Equazioni 3.54 e 3.55 rappresentano rispettivamente l'*odd ratio* e la c.d. funzione *logit*. Con particolare riferimento a quest'ultima, essa consente di calcolare piuttosto agevolmente qualsiasi α-quantile (q_p) della distribuzione logistica standard come:

$$q_p = \Lambda^{-1}(p) = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right). \tag{3.56}$$

Il modello *probit*. Per quanto riguarda, invece, il modello *probit*, visti il risultato dell'Equazione 3.47, si ha che:

$$\mathrm{G}(z) \stackrel{d}{=} \Phi(z) \equiv \int_{-\infty}^{z} \Phi(v)\, dv. \tag{3.57}$$

La funzione di ripartizione della v.c. normale standard (cfr. Figura 3.7) è data da:

$$\Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\Pi}} \int_{-\infty}^{z} e^{\left(\frac{-\epsilon^2}{2}\right)} d\epsilon. \tag{3.58}$$

Pertanto, procedendo per sostituzione, il modello *probit* è definito come:

$$\Phi(\beta_0 + \boldsymbol{\beta}\mathbf{x}) = \int_{-\infty}^{\beta_0+\boldsymbol{\beta}\mathbf{x}} e^{\left(\frac{-z^2}{2}\right)} dz. \tag{3.59}$$

3.1.2.3 I modelli *logit-probit* applicati alla stima della *default probability*

Entrando nel merito dei modelli in parola applicati alla stima della PD delle controparti non quotate, essi rappresentano un'estensione di un modello di regressione lineare definito come:

$$\underset{1\times n}{\mathbf{y}} = \underset{k\times 1}{\boldsymbol{\beta}} \underset{n\times k}{\mathbf{x}} + \underset{n\times 1}{\boldsymbol{\epsilon}} \tag{3.60}$$

Per semplicità espositiva, senza alcuna perdita di generalità, si procederà considerando il caso univariato con un regressore e omettendo la costante della regressione $\boldsymbol{\beta_0}$. In questo modo, l'Equazione 3.60 può essere riscritta come:

$$y = \beta x + \epsilon \tag{3.61}$$

Il modello rappresentato dall'Equazione 3.61 è caratterizzato dalla seguente ipotesi distributiva sui termini di errore ϵ_t:

$$\epsilon_t \sim i.i.d.\, \mathcal{N}(0, \sigma^2). \tag{3.62}$$

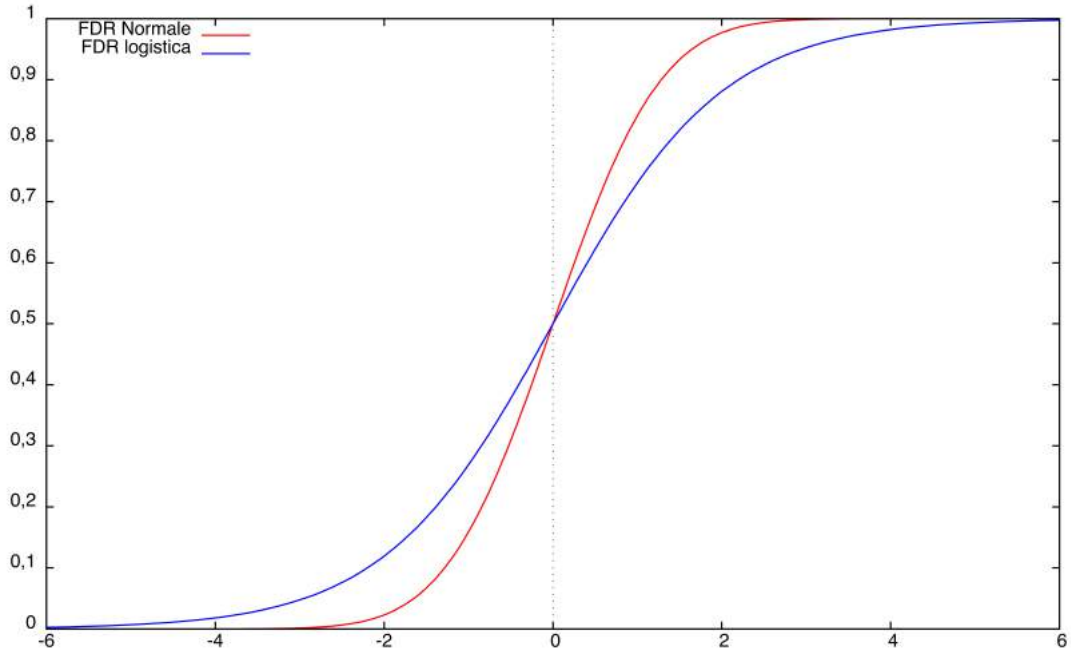


Figura 3.7: *Logistic-Normal cumulative distribution function*

La v.c. Y_t condizionata alla v.c. X_t si distribuisce come:

$$Y_t \mid X_t \sim i.i.d. \mathcal{N}(\beta X, \sigma^2). \tag{3.63}$$

A questo punto è necessario specificare che il modello, così come formulato, permette di descrivere l'andamento di una v.c. (endogena) definita nel continuo in funzione di un *set* di variabili esplicative (esogene). Tuttavia, tenuto conto della natura del problema che si sta affrontando, ovvero la determinazione della PD di una controparte espressa in termini di v.c. bernoulliana, il modello di regressione suddetto non può trovare applicazione diretta. Infatti, al fine proposto, è necessario formulare un modello di regressione non lineare per v.c. discrete a dominio limitato. In altri termini, è necessario stimare un modello in cui la v.c. endogena Y_t sia distribuita come una v.c. di Bernoulli ($Y_t \sim Bern(P)$)[23]. I modelli idonei a tale scopo sono i modelli *logit-probit* che sono stati trattati nella Sezione 3.1.2.2.

La principale causa che richiede l'applicazione di modelli non lineari risiede nella natura del problema da analizzare e, più in particolare, nella natura dicotomica degli eventi empiricamente osservabili (*default* e solvibilità). Tale modo di trattare il problema è senza dubbio più complesso rispetto al caso definito del continuo modellabile

[23]Tale approccio è correntemente utilizzato da tutte le banche di maggiori dimensioni adottano il sistema dei *rating* interni, ovvero da quegli istituti che considerati congiuntamente erogano il 70-80% del credito in Italia.

attraverso un modello di regressione lineare. Ciò anche perché gli strumenti matematici attualmente a disposizione sono più evoluti nella trattazione di fenomeni definiti nel continuo rispetto a quanto non avvenga per i fenomeni definiti nel discreto[24]. Da qui la necessità di ottenere una rappresentazione biunivoca tra una distribuzione bernoulliana e una rappresentazione sul continuo attraverso una v.c. continua latente (y^*) ed una soglia (S)[25]

.

Ricapitolando, si vuole analizzare una v.c. Y^{bern} in funzione di un *set* di variabili esplicative X (dati di bilancio e dati andamentali) tali per cui la *default probability* della controparte tenderà ad aumentare al peggioramento dei valori dei dati di input e viceversa. Dunque, è indubbio che le variabili di input impattano sulla variabile endogena del modello, ovvero la PD; tuttavia resta da chiarire la modalità attraverso cui, all'interno del modello, le v.c. esogene (X) impattano sulla variabile endogena (Y^{bern}): tali variabili, come dimostrato nella Sezione 3.1.2.2, impattano nella soglia ($S = \beta X$) che è determinata come combinazione lineare di tutti gli indici di bilancio e andamentali. Gli spostamenti della soglia impattano sull'ordinamento delle società inserite nel campione ripercuotendosi direttamente sul valore della loro probabilità di *default*. Più precisamente, spostamenti verso valori maggiori o positivi della soglia indicano una diminuzione della PD, mentre spostamenti della soglia verso valori minori o negativi identificano un aumento della PD. Tutto ciò è una diretta conseguenza del fatto che la $G(\beta x)$ è funzione lineare di βx e Y^{bern} è funzione non lineare di βx poiché la relazione è definita per tramite di $G(z)$, ovvero la variabile latente non osservabile.

In termini più generali, un modello di regressione del tipo di quello presentato è definibile non lineare, in quanto le variabili esplicative entrano nel modello come estremi di integrazione (cfr. Figura 3.8). Il modello spiega infatti che:

$$\mathbb{E}(y^{bern} = 1 \mid x) = \int_{-\infty}^{\beta X = S} G(z)\, d\mathcal{Z} = \text{PD} = Pr(bern = 1) \tag{3.64}$$

$$\mathbb{E}(y^{bern} = 0 \mid x) = \int_{\beta X = S}^{+\infty} G(z)\, d\mathcal{Z} = 1 - \text{PD} = Pr(bern = 0) \tag{3.65}$$

dove $G(z)$ è la funzione di ripartizione di una v.c. che consente una rappresenta-

[24]Essenzialmente si tratta della stessa motivazione per cui Black, Scholes e Merton hanno basato la propria teoria su processi in tempo continuo come il processo di Wiener, seppur dovendo accettare particolari ipotesi distributive dei prezzi dei titoli azionari

[25]Procedendo in questo modo è stato possibile fornire anche la giustificazione logica, oltre a quella analitica fornita nella Sezione 3.1.2.2, per l'applicazione dei modelli *logit-probit* alla stima della PD. Infatti, risulterà a questo punto evidente la connessione tra le assunzioni alla base dei modelli *logit-probit* e la natura del problema che tali modelli sono preposti a trattare. In ogni caso, maggiori approfondimenti in merito verranno forniti nel corso della presente Sezione.

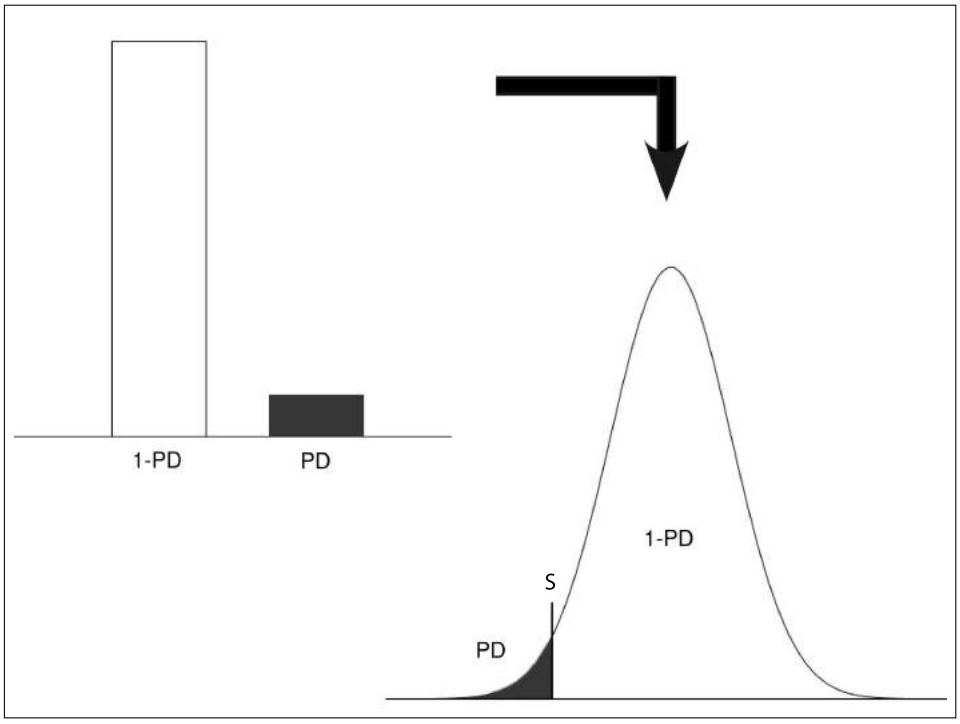


Figura 3.8: *Rappresentazione nel continuo di una v.c. dicotomica*

zione continua del problema discreto seguente:

$$\mathbb{E}(y_t \mid x_t) = (1 \cdot \text{PD}) + (0 \cdot (1 - \text{PD})) \tag{3.66}$$

La soglia consente di suddividere in due il dominio della v.c. Z e consente di rappresentare la variabile dicotomica sul continuo. Ancora una volta preme ricordare che le variabili esogene del modello di regressione non definiscono il valore atteso ma gli estremi di integrazione (soglia).

Proseguendo oltre, considerando che la v.c. Z è una variabile di comodo che viene utilizzata per ordinare analiticamente e in modo scientifico le controparti, è possibile scegliere una distribuzione di Z qualsiasi, possibilmente di cui si conosca la formula di risoluzione in forma chiusa[26]. Per tale ragione, si è optato per una distribuzione logistica che poteva contare sulla possibilità di risoluzione in forma chiusa (Modello *Logit*). Successivamente, con la diffusione di strumenti di calcolo per la risoluzione in forma aperta degli integrali, si iniziò ad utilizzare anche la distribuzione normale allo scopo di pervenire ad un ordinamento delle controparti (Modello *Probit*).

[26] Attualmente per la distribuzione gaussiana non si conosce alcuna formula risolutiva in forma chiusa, pertanto la distribuzione normale, seppur perfettamente idonea, non sarebbe da preferire qualora non si disponga della possibilità di eseguire numericamente il calcolo.

E' evidente che, dal punto di vista logico, non ci sia alcun problema che possa compromettere la validità del modello: al migliorare dei dati di input aumenta la soglia e diminuisce la PD. Contrariamente, dal punto di vista applicativo, è altrettanto evidente che, a parità di ogni altra condizione, l'ipotesi distributiva sulla v.c. latente influenza in modo considerevole il valore di output del modello, ovvero la probabilità di *default*. Da questo punto di vista, anche lo stesso Vasicek avrebbe potuto supporre il *market value of assets* della controparte come v.c. distribuita una distribuzione normale, piuttosto che come una distribuzione log-normale, ottenendo anch'egli risultati diversi. Con riferimento al caso ora oggetto di analisi, è possibile avanzare la medesima osservazione, questa volta aggravata dall'impossibilità di dare un'interpretazione economica alla v.c. latente inserita all'interno del modello (almeno nel modello di Merton quella stessa v.c. latente poteva essere interpretata come la PD). Ancora, nel caso in analisi Z è una variabile di comodo, ovvero una v.c. utilizzata solo per rendere continuo un problema che altrimenti sarebbe definito nel discreto. Tuttavia, tale questione non compromette la solidità e l'affidabilità del modello poiché si procede nei termini appena descritti solamente per produrre un ordinamento analiticamente fondato delle controparti, tanto che è possibile scegliere qualsiasi v.c. che tale ordinamento non verrà modificato come accade invece per il valore dell'output. Infatti, per costruzione, ad un valore elevato dell'integrale nell'Equazione 3.64 corrisponde un merito di credito basso: in definitiva, tale v.c. assolve allo stesso ruolo della *distance to default* nel caso delle società quotate, ovvero permette di ottenere un ordinamento delle controparti univoco, analitico e fondato. In altri termini, il modello di regressione presentato non è altro che il calcolo della DD per le imprese non quotate, al fine di ottenerne un ordinamento.

Il secondo passo, infine, rimane lo stesso analizzato con riferimento alle imprese quotate (modello KMV) attraverso il *mapping* della PD: anche in questo caso, infatti, si è reso necessario operare con un metodo a due passi poiché si voglio evitare ipotesi distributive non empiricamente verificabili, ancor più se non è possibile attribuire alcuna interpretazione economica alla v.c. utilizzata nella specificazione del modello.

Si è visto il modello *Logit-Probit* che stima la probabilità di *default* per le *private companies*: il modello di regressione, per una variabile casuale dicotomica, si basa su una distribuzione latente, ovvero una distribuzione che permette di rappresentare in maniera biunivoca una v.c. bernoulliana (variabile discreta) in termini di una distribuzione continua. Quest'ultima non è osservabile e pertanto non è interpretabile dal punto di vista economico; in altri termini non è possibile utilizzare il valore dell'integrale nell'Equazione 3.64 per determinare la probabilità di *default*. Infatti, per rappresentare la PD in termini corretti si deve necessariamente conoscere la forma distributiva sulla quale si va ad applicare l'Equazione 3.64. Pertanto, per determinare

la PD delle controparti non quotate, ovvero di quelle controparti di cui non si dispone dei prezzi di quotazione delle opzioni e dell'equity, si adotta una logica a due passi che prevede l'ordinamento analitico delle controparti, la loro suddivisione in *cluster* omogenei e, da ultimo, il *mapping* della PD sui *cluster* sulla base dei tassi di *default* effettivamente osservati.

3.2 *Exposure at Default*

3.2.1 EaD deterministica

Per questa tipologia di esposizioni l'EAD non è un fattore di rischio perché non presenta alcun elemento di incertezza: si tratta nello specifico di esposizioni per le quali è presente un piano di ammortamento è esplicitamente definito. In altri termini i flussi di cassa dovuti sono definiti contrattualmente senza margini di aleatorietà per ogni istante futuro, di conseguenza è noto l'ammontare dell'esposizione indipendentemente dal momento in cui l'insolvenza della controparte si dovesse verificare[27].

3.2.2 EaD stocastica

Nella maggior parte dei casi l'ammontare dell'esposizione al momento del *default* può presentare significativi margini di aleatorietà. In questi due casi l'EAD rappresenta un fattore di rischio, ovvero una componente aleatoria non preventivamente determinabile con certezza. Le due classi di esposizioni per le quali tale problematica è maggiormente presente sono:

a) i derivati OTC per cui il valore dell'esposizione in caso di *default* della controparte dipende dal valore dell'*underlying asset*: il valore della posizione è positivo al momento dell'insolvenza della controparte se il valore dell'*underlying asset* eccede o meno un valore contrattualmente prestabilito;

b) le *esposizioni a revoca*[28] per le quali, in caso di *default*, non è noto l'utilizzato effettivo .

[27] Un esempio di tali esposizioni può essere rappresentato da un mutuo a tasso fisso in cui il piano di ammortamento esplicita in ogni momento futuro l'ammontare del debito residuo per capitale ed interessi.

[28] Un esempio di esposizioni a revoca è rappresentato dagli scoperti di conto per i quali il creditore definisce un importo massimo di fido che il debitore può utilizzare in tutto o in parte. Generalmente le banche monitorano il rapporto tra fido utilizzato e fido concesso:

i. se il rapporto tende a 0, l'esposizione è poco rischiosa;

ii. se il rapporto tende al 1, l'esposizione è tendenzialmente rischiosa;

iii. se il rapporto è superiore al 1 la controparte sta facendo uno scoperto e l'esposizione è particolarmente rischiosa.

Per quanto riguarda nello specifico la modellazione dell'EAD per i derivati OTC è possibile ricorrere nuovamente ai modelli noti di *option pricing*. Infatti se sono noti lo *strike price* e la distribuzione di probabilità dell'*underlying asset* è possibile determinare analiticamente l'*Exposure at Default* per ogni istante temporale futuro.

Con specifico riferimento ai prodotti a revoca, invece, al momento non esistono prassi consolidate: sono state avanzate numerose proposte applicativa, tuttavia nessuna di queste appare sufficientemente convincente.

Per semplicità di trattazione quando si discuterà delle prassi di combinazione delle tre *credit risk components* si introdurrà l'ipotesi di EAD deterministica.

3.3 *Recovery Rate* e *Loss Given Default*

Il *Recovery Rate* è la quota del capitale e degli interessi maturati su un'esposizione in *default* che può essere recuperata dal creditore. Tale misura è espressa in percentuale rispetto al valore nominale dell'esposizione. Il tasso di recupero consente di effettuare una stima delle perdite che deriverebbero in caso di *default* della controparte (*Loss Given Default* = 1 − RR). In generale, l'RR è un fattore di rischio che dipende:

a) della forma tecnica del credito;

b) dalla *seniority* dell'esposizione;

c) dalla qualità e dal livello delle garanzie eventualmente prestate (cfr. Capitolo 8);

d) dalla situazione del mercato delle garanzie;

e) dalle condizioni macroeconomiche;

f) dal livello di efficacia ed efficienza dell'ufficio preposto al recupero delle esposizioni deteriorate, nonché dalla frequenza con cui si procede alla vendita di portafogli di crediti in *default* o alla stipula di accordi coi debitori per la rinegoziazione del credito.

A questo punto è necessario trattare separatamente il *Recovery Rate* a seconda della liquidità dello strumento:

a) con riferimento ai prodotti liquidi, l'RR è il prezzo del titolo in *default*: se il titolo è quotato in un mercato regolamentato, il suo prezzo a seguito dell'insolvenza (ovvero dopo che il mercato avrà scontato la nuova informazione) rappresenta una stima del *Recovery Rate*;

Debt Type	*Average Recovery*	
	2008-2010	**1983-2007**
Senior Secured Loan	61.4%	87.9%
Senior Unsecured Loan	31.4%	66.7%
Senior Secured Bond	38.5%	n.a.
Senior Unsecured Bond	35.2%	39.4%
Subordinated Bond	28.7%	27.9%

Tabella 3.4: *Loan Recovery Rates in Financial Sector* (fonte: Moody's [81])

Debt Type	*Average Recovery*	
	Distressed Exchanges	**Non-Distressed Exchanges**
Senior Secured Loan	n.a.	61.4%
Senior Unsecured Loan	n.a.	31.4%
Senior Secured Bond	43.0%	34.0%
Senior Unsecured Bond	70.0%	21.6%
Subordinated Bond	53.8%	14.1%

Tabella 3.5: *Distressed Exchanges Boosted Bond Recovery Rates in Financial Sector between, 1983-2010* (fonte: Moody's [81])

Lien Position	Financial Istitutions	Non-Financial Istitutions
Senior Secured Loan	70.2%	65.8%
Senior Unsecured Loan	52.5%	47.1%
Senior Secured Bond	38.5%	49.3%
Senior Unsecured Bond	37.7%	36.5%
Subordinated Bond	28.1%	31.4%

Tabella 3.6: *Average Issuer-weighted Recovery Rates, 1983-2010* (fonte: Moody's [81])

b) per quanto riguarda i prodotti illiquidi, l'RR dipende dagli esiti, dai tempi e dai costi della procedura di recupero.

In verità, l'obiettivo non è la determinazione del *Recovery Rate* in quanto tale ma, piuttosto, in quando componente di una relazione che permette la stima della *Loss Given Default* (LGD), ovvero la perdita per l'intermediario in caso di *default* della controparte. La *Loss Given Default*, come il tasso di recupero, è un valore percentuale ed è data dal complemento a uno del RR (cfr. Equazione 3.67a). Tuttavia, nell'ambito dei modelli che verranno presentati nei successivi capitoli, si farà riferimento alla *Loss Given Default* in termini assoluti (cfr. Equazione 3.67b).

$$\text{LGD} = 1 - \text{RR} \tag{3.67a}$$

$$\text{LGD} = (1 - \text{RR}) \cdot \text{EAD} \tag{3.67b}$$

Pertanto, vista anche la suddivisione tra esposizioni liquide ed illiquide, nelle Sezioni 3.3.5 e 3.3.6 si tratteranno le seguenti tipologie di approcci per la stima della *Loss Given Default*:

a) la *market* LGD;

b) la *workout* LGD.

In generale, l'approccio della *market* LGD è praticabile solamente con riferimento a strumenti liquidi poiché si basa sulla conoscenza di dati di mercato; invece, l'approccio della *workout* LGD è applicabile ai prodotti illiquidi.

Per quanto riguarda le tecniche di stima, verranno trattati:

i. le *look-up tables*,

ii. i modelli multivariati.

Con riferimento agli studi empirici, con riferimento ai *corporate bonds*, quelli maggiormente diffusi sono basati sull'approccio *market* LGD. Tra questi ultimi, emergono anche i lavori di Carty e Lieberman [27] e di Altman e Kishore [9] che confermano la relazione inversa tra LGD e *seniority* dell'esposizione e tra LGD e presenza di garanzie reali (cfr. Figura 3.10). Altri studi, basati sui prezzi dei *bond* a un mese dal *default* sono quelli di Gupton, Gates e Carty [50] e di Hamilton, Cantor e Ou [52].

3.3.1 La *market* LGD

L'approccio della *market* LGD prevede la stima della LGD utilizzando i prezzi degli strumenti di debito quotati in *default* come stima del rispettivo *Recovery Rate*. Ne deriva che tale approccio sia applicabile ai soli strumenti liquidi per cui vi sia un mercato secondario sufficientemente liquido. E' possibile affermare che vi siano almeno due varianti dell'approccio in parola, rispettivamente rappresentate:

Sample Unweighted Cumulative Recovery Rates, a Pool-based Approach					
	Mean	*Median*	*Minimum*	*Maximum*	*Std. Dev.*
12-month cumulative recovery	52%	49%	0%	100%	44%
24-month cumulative recovery	65%	91%	0%	100%	41%
36-month cumulative recovery	69%	95%	0%	100%	38%
48-month cumulative recovery (total sample)	71%	95%	0%	100%	37%
48-month cumulative recovery (loans with no guarantee/collateral)	76%	92%	0%	100%	33%
48-month cumulative recovery (loans with personal guarantee only)	64%	93%	0%	100%	42%
48-month cumulative recovery (loans with collateral)	92%	98%	55%	100%	12%

Tabella 3.7: *Univariate Statistics on Recovery Rates* (fonte: Dermine e Neto de Carvalho [36, p. 27])

a) dall'*emergence* LGD che prevede la stima del RR sulla base del prezzo di mercato attualizzato al momento in cui si è verificata l'insolvenza degli strumenti finanziari offerti ai creditori in sostituzione di quelli in *default* al termine della ristrutturazione finanziaria della controparte insolvente (cfr. Sezione 3.3.3.2);

b) dall'*implied market* LGD che utilizza gli *spread* sui *corporate bond* non in *default* e la *default probability* specifica della controparte per ricavare la LGD implicita[29].

3.3.2 La *workout* LGD

L'approccio della *workout* LGD trae le proprie conclusioni a partire da presupposti per certi versi opposti rispetto alla *market* LGD. Infatti, posto che per la maggioranza degli strumenti di debito non è possibile ravvisare la presenza di un mercato liquido che possa fungere da fonte informativa oggettiva, la *workout* LGD si configura come un approccio basato sull'osservazione del tasso di recupero effettivo che segue il *default*. In verità, sarebbe più preciso parlare in termini di flussi di cassa netti, poiché l'effettivo tasso di recupero viene determinato a partire da un'insieme di flussi di cassa dilazionati nel tempo e attualizzati al momento del *default* per tenere conto del tempo di recupero che rappresenta anch'esso un "costo occulto del processo di recupero stesso"[30]. Ancora, si dovrebbe parlare di flussi di cassa netti poiché tali flussi dovrebbero essere computati al netto di tutti costi diretti e indiretti da imputare alla processo di recupero. Tale

[29] Si tratta di un approccio molto simile ad una delle applicazione del modello di Merton trattano nella Sezione 3.1.1.2.

[30] Dermine e Neto de Carvalho [36] hanno condotto uno studio sugli effetti del *mismatching* temporale tra *default*, flussi di recupero e costi del processo di recupero basato sull'osservazione dei tassi di recupero cumulati. Alcuni risultati dello studio condotto sono riportati in Tabella 3.7.

approccio, in aggiunta, richiede che l'intermediario disponga di un database che tenga traccia di tutte le caratteristiche delle esposizione terminate in *default* in passato. Tali caratteristiche, verosimilmente, sono rappresentate dalla tipologia di forma tecnica, dai tempi del recupero, dalle percentuali recuperate, dalle modalità del recupero e dalla presenza di garanzie (cfr. Capitolo 8). La conoscenza di tali informazioni consente poi una classificazione delle esposizioni in *cluster* con caratteristiche interne omogenee che possono essere impiegati per la stima dei RR e delle LGD futuri. Detto ciò, la stima del *Recovery Rate* e della *Loss Given Default* secondo l'approccio della *workout* LGD, tenendo conto dell'Equazione 3.67a, sono date da:

$$\mathrm{RR}_i = \frac{\sum_{t=0}^{\tau} \frac{\mathrm{R}_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^{\tau} \frac{\mathrm{C}_t}{(1+r)^t}}{\mathrm{EAD}_{t=0}} \tag{3.68a}$$

$$\mathrm{LGD}_i = 1 - \frac{\sum_{t=0}^{\tau} \frac{\mathrm{R}_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^{\tau} \frac{\mathrm{C}_t}{(1+r)^t}}{\mathrm{EAD}_{t=0}} \tag{3.68b}$$

in cui r è il tasso di sconto[31], EAD rappresenta l'*Exposure at Default*, R_t e C_t sono rispettivamente i flussi di recupero lordi e i costi (diretti ed indiretti) relativi all'esposizione i-esima e incassati o sostenuti al tempo $t \in [0, \mathrm{T}]$, ovvero l'intervallo temporale che intercorre tra il *default* della controparte e la riscossione/pagamento dell'ultimo flusso di recupero/costo[32]. L'ultima precisazione riguarda, infine, le componenti degli elementi delle Equazioni 3.68a e 3.68b. A tal riguardo è possibile affermare che:

a) i recuperi lordi e l'EAD devono comprendere anche le commissioni e gli interessi moratori dovuti dalla controparte in stato di insolvenza;

b) i costi devono comprendere tutte le componenti dirette e indirette, compresi i costi amministrativi e le parcelle eventualmente pagate a professionisti terzi che, per l'intermediario, rappresentano spese legali connesse al recupero dell'esposizione in *default*.

Una discorso a parte deve essere condotto con riferimento al tempo di recupero. Ebbene, seguendo un approccio parzialmente diverso, Resti e Sironi [88, p. 429-432] suggeriscono la seguente formulazione per il calcolo della *workout* LGD:

$$\mathrm{RR} = \frac{\mathrm{RNS}}{\mathrm{EAD}} = \frac{\mathrm{RL}}{\mathrm{EAD}} \cdot \frac{\mathrm{RL} - \mathrm{CA}}{\mathrm{RL}} \cdot (1+i)^{-\mathrm{T}} \tag{3.69}$$

[31] Chiaramente, il processo di recupero di un credito insoluto è altamente aleatorio. Per tale ragione, l'utilizzo del tasso *risk-free* conduce sistematicamente ad una sottostima della LGD. Ne deriva la necessità di utilizzare un metodo di stima che permetta di tenere conto anche di tale elemento. Un possibile approccio può essere, in questo caso, l'applicazione del *Capital Asset Pricing Model* di Sharpe [93].

[32] Per convenzione, si assume che il tempo $t = 0$ coincida con l'epoca un cui si è manifestato il *default* della controparte.

in cui RR è il *Recovery Rate* effettivo, RNS è il recupero netto attualizzato (ovvero i flussi di recupero attualizzati al momento del *default* al netto dei costi della procedura di recupero attualizzati), EAD è l'*Exposure at Default*, RL è il flusso di recupero lordo (ossia il valore nominale degli importi recuperati così come risultano dalla contabilità dell'intermediario), CA sono i costi amministrativi del recupero, i è il tasso di attualizzazione e T è la durata del processo di recupero. Con particolare riferimento a quest'ultimo dato, Resti e Sironi [88] ritengono che debba essere espresso dalla *duration* di Macaulay per tenere in considerazione l'eventuale presenza di flussi di cassa intermedi tra il *default* e il termine del processo di recupero.

Sempre Resti e Sironi [88] ritengono che possa condursi un ragionamento analogo con riferimento all'EAD in modo da tener conto nell'Equazione 3.69 anche degli effetti legati ad interessi moratori, escussione di garanzie personali e partite insolute. Ne deriva che secondo l'approccio proposto da Resti e Sironi [88], il *default* non deve essere posto all'epoca $t = 0$, ma in un periodo compreso tra $t = 0$ e $T = 60$. Conseguentemente, la durata del processo di recupero deve essere calcolata come:

$$T = D_R - D_C, \tag{3.70}$$

in cui D_R e D_C sono rispettivamente le *duration* di Macaulay dei flussi di ricavo e di costo definite come:

$$D_R = \frac{\sum_{t=0}^{T} t \cdot F_t^+ (1+i)^{-t}}{\sum_{t=0}^{T} F_t^+ (1+i)^{-t}}, \tag{3.71}$$

$$D_C = \frac{\sum_{t=0}^{T} t \cdot F_t^- (1+i)^{-t}}{\sum_{t=0}^{T} F_t^- (1+i)^{-t}}. \tag{3.72}$$

3.3.3 I modelli multivariati

Per quanto riguarda nello specifico i modelli multivariati, essi sono modelli di regressione multivariati (cfr. Castle e Keisman [94] e Gupton e Stein [51]). In generale, si tratta di una classe di modelli molto flessibile che si presta ad un numero difficilmente quantificabile di applicazioni. Proprio a causa di tale caratteristica, tali modelli possono assumere strutture interne molto eterogenee, richiedendo così una pluralità di metodi di stima diversi al fine di pervenire a stime efficienti e non distorte dei relativi parametri. La trattazione di tali modelli esula dagli obiettivi del presente lavoro, tuttavia si ritiene opportuno riportare comunque la struttura di base dei modelli precedentemente stimati, anche solo per evidenziarne la struttura di base e le variabili stesse che impattano sulla stima della *Loss Given Default*. Le caratteristiche strutturali dei modelli suddetti sono riportate nella Tabella 3.8.

3.3.3.1 Il modello *LossCalc*™

Con riferimento al modello *LossCalc*™, esso rappresenta uno dei modelli più utilizzati per la *market* LGD ed è stato reso pubblico solamente nei suoi tratti essenziali e, pertanto, non sono noti i livelli di significatività dei coefficienti e gli indici di bontà di adattamento. Tale modello, è stato proposto nella sua formulazione originaria nel 2002, per poi essere successivamente modificato nel 2004 (versione 2.0) e nel 2009 (versione 3.0). Per quanto riguarda le caratteristiche del modello, come si evince dalla Tabella 3.8, si tratta di un modello di regressione lineare multivariato con termine di intercetta nullo per la stima della *Loss Given Default* di *corporate bonds*, prestiti e azioni privilegiate in *default*. La variabile endogena del modello è rappresentata dai prezzi di mercato degli strumenti a trenta giorni dall'insolvenza della controparte. Le variabili esogene sono riconducibili a cinque categorie individuate dalla tipologia di forma tecnica, dalle caratteristiche della controparte, dalle condizioni del settore di appartenenza del debitore e dalla situazione economica generale. Da ultimo, l'applicazione del modello si articola in tre fasi:

a) trasformazione dei dati di alcuni regressori al fine di modellare fenomeni ritenuti significativamente rilevanti: un esempio è il *leverage* poiché all'aumentare dell'indebitamento della controparte è necessario attendersi una *Loss Given Default* elevata, seppur in modo più pronunciato in caso di economia in recessione, piuttosto che in espansione;

b) specificazione del modello come previsto dalle discipline econometriche e conversione delle stime ottenute attraverso la funzione di ripartizione di una v.c. normale standardizzata;

c) *mapping* delle stime attraverso una distribuzione *beta* sulla base dei dati relativi alla corrispondenza tra prezzi di mercato dei prodotti finanziari e *Recovery Rate* storici.

3.3.3.2 Il modello di Castle e Keisman

Passando ora al modello proposto da Castle e Keisman [94], si tratta di un modello basato sull'approccio dell'*emergence* LGD. Si tratta, più in particolare, di un modello di regressione lineare multivariato con una struttura meno articolata di quella del modello *LossCalc*™. Il modello in parola è finalizzato alla stima del *Recovery Rate* (e, quindi, anche della *Loss Given Default*) sulla base dei prezzi di mercato degli strumenti finanziari offerti dalla società in *default* a rimpiazzo dei precedenti. In altri termini, il modello è stato previsto allo scopo di stimare i tassi di recupero effettivi sulla base dei prezzi di mercato degli strumenti finanziari emessi dal debitore insolvente a seguito

		Standard & Poor's	Moody's
Misura del tasso di recupero		Tassi di recupero effettivi al momento del *default*	Prezzi di mercato delle obbligazioni un mese dopo il *default*
Variabili esplicative	Caratteristiche del debito	Tipologia di strumento, *seniority* dell'esposizione e presenza di garanzie reali	Tipologia di strumento e *seniority*
	Caratteristiche del contenzioso	Durata	
	Struttura finanziaria dell'impresa	Percentuale di debito aziendale totale subordinato a questa emissione (*debt cushion*)	Grado di priorità relativo dell'emissione nel passivo aziendale e *leverage* (solo per prestiti non garantiti)
	Settore di attività		*Recovery Rate* medi di settore
	Variabili macroeconomiche		Prezzo dei *distressed bond*, frequenza dei *default* sui *junk bond*, frequenza dei *default* attesa e indice dei *leading indicator* dell'economia
Struttura del modello		Modello di regressione lineare multivariato	Modello di regressione lineare multivariato con risultati ricondotti ad una distribuzione *beta*

Tabella 3.8: *Regression models for Loss Given Default* (fonte: Resti e Sironi [88, p. 440])

del processo di ristrutturazione del proprio passivo. Ne deriva che la variabile endogena del modello sia rappresentata proprio dai tassi di recupero effettivi. Tale variabile è modellata attraverso variabili esogene riconducibili principalmente alle caratteristiche dello strumento e alla struttura finanziaria del soggetto debitore. Al contrario del modello *LossCalc*™, non è prevista alcuna variabile tale da rendere l'output del modello sensibile al ciclo economico o alle caratteristiche del settore. Quest'ultima, evidentemente, si tratta di una limitazione del modello in parola poiché:

a) è possibile osservare una correlazione positiva tra RR e ciclo economico, nel senso che è ragionevole attendersi tassi di recuperi inferiori in media durante i periodi di recessione e superiori durante periodi di economia in espansione;

b) la tipologia di settore di attività influenza sia la struttura finanziaria delle imprese

Regression Statistics			
Multiple R	0.68		
R-squared	0.46		
Adjusted R-squared	0.45		
Standard error	279.96		
Observation	829		
	Degrees of freedom	**f-statistic**	
Regression	3.00	231.33	
Residual	825.00		
Total	828.00		
	Coefficients	**Standard error**	**t-statistic**
Intercept	195.67	20.99	9.32
Instrument code	61.79	8.63	7.16
% of debt below tranche	363.19	44.85	8.10
Collateral code	33.94	7.27	4.67

Tabella 3.9: *Castle e Keisman's model* (fonte: Castle e Keisman [94, p. 32])

e sia la composizione e la liquidità degli attivi. Poiché i tassi di recupero sono tanto più elevati quanto più gli attivi sono liquidi e le imprese meno indebitate, è ragionevole pensare che l'inserimento di variabili nel modello che ne rendano l'output ricettivo rispetto all'appartenenza del debitore ad un dato settore di mercato sia un elemento da tenere debitamente in considerazione.

Da ultimo, per quanto riguarda la significatività delle stime, Castle e Keisman [94] rendono pubblici gli indici di bontà di adattamento. I valori sono rappresentati in Tabella 3.9.

3.3.4 Le *look-up tables*

Il metodo delle *look-up tables* rappresenta, di certo, l'approccio più rapido e semplice per la determinazione del *Recovery Rate* e della *Loss Given Default*. Tale caratteristica, infatti, costituisce la causa del sua maggiore limitazione, ovvero l'incapacità di tenere conto della volatilità delle stime. Più in particolare, il metodo in oggetto prevede una classificazione delle esposizioni sufficientemente dettagliata in base alle caratteristiche delle esposizioni tale da minimizzare, per quanto possibile, la variabilità delle esposizioni all'interno dei *cluster* precedentemente identificati. Le caratteristiche delle esposizioni attraverso cui operare la classificazione, ancora una volta, possono essere

rappresentate dall'area geografica, dal settore di attività, dalla tipologia di controparte debitrice, dalle caratteristiche dello strumento, dall'eventuale presenza di garanzie e dalla tipologia di garanzia prestata. Successivamente, per ogni singolo *cluster*, l'approccio in parola prevede di calcolare la media ponderata dei tassi di recupero o di perdita come:

$$\overline{\text{RR}}_j = \frac{\sum_{i=1}^{N} k \times \text{RR}_{i,j}}{\text{N}} \tag{3.73a}$$

$$\overline{\text{LGD}}_j = \frac{\sum_{i=1}^{N} k \times \text{LGD}_{i,j}}{\text{N}} \tag{3.73b}$$

in cui $\overline{\text{RR}}_j$ e $\overline{\text{LGD}}_j$ sono rispettivamente il *Recovery Rate* e la *Loss Given Default* del *cluster j*-esimo, $\text{RR}_{i,j}$ e $\text{LGD}_{i,j}$ sono l'RR e la LGD dell'esposizione *i*-esima inserita nel *cluster j*-esimo ed N_j il numero dei *default* verificatisi nel *cluster j*-esimo.

3.3.5 RR per i prodotti illiquidi

La stima del RR per i prodotti illiquidi è anche influenzata da:

a) dai tempi di recupero (durata della vendita del bene sul quale è stata costituita una garanzia reale, tempistica della procedura fallimentare);

b) dai costi di recupero (efficacia ed efficienza operativa del creditore);

c) il valore delle garanzie eventualmente prestate (qualità e liquidità);

In ogni caso, si tratta di variabili altamente aleatorie e difficilmente prevedibili. L'unica variabile certa (anche con riferimento ai prodotti liquidi) è rappresentata dalla *seniority* dell'esposizione in quanto deriva da apposite pattuizioni contrattuali. Per tale ragione, tale componente viene presa in considerazione per graduare le componenti aleatorie: per le esposizioni *senior* ha senso porsi il problema di quali saranno i tempi e i costi del recupero, mentre per le esposizioni *junior* ha meno senso perché prima verranno soddisfatte le esposizioni *senior*.

Dal punto di vista logico ci si aspetta che, una volta considerati tutti gli aspetti della specifica esposizione, sia possibile a stimare un RR come una variabile casuale definita tra 0 e 1 (che esprime esattamente un tasso percentuale). Più in particolare, maggiore è la *seniority* dell'esposizione, migliori sono le garanzie prestate, rapido e poco oneroso il recupero, più è possibile aspettarsi una forma distributiva del RR caratterizzata da un valore atteso e da una concentrazione della massa di probabilità prossimi a 1. Contrariamente, ci si deve attendere un valore atteso e una concentrazione della massa di

Seniority Class	Carty e Lieberman [27]		Altman e Kishore [9]	
	Average	**Std. Dev.**	**Average**	**Std. Dev.**
Senior Secured	53.80	26.86	57.89	22.99
Senior Unsecured	51.13	25.45	47.65	26.71
Senior Subordinated	38.52	23.81	34.38	22.42
Subordinated	32.74	20.18	31.34	22.42
Junior Subordinated	17.09	10.90	n.a.	n.a.

Tabella 3.10: *Recovery Rate Study* ($) (fonte: JP Morgan [61])

probabilità della distribuzione del *Recovery Rate* prossimi a 0.

Da questo punto di vista è importante sottolineare come teoricamente possano realizzarsi valori di RR inferiori a 0 o superiori a 1: nel primo caso l'esito sarà dovuto all'inefficienza del processo di recupero i cui costi eccedono l'ammontare dell'esposizione recuperata, nel secondo caso l'esito sarà invece dovuto prevalentemente alla qualità della garanzia che assisteva l'esposizione in *default*.

3.3.6 RR per prodotti liquidi

Per i prodotti liquidi vale lo stesso ragionamento condotto non riferimento ai prodotti illiquidi in relazione all'output della stima compreso tra 0 e 1. Analogamente, restano comunque valide le affermazioni riportate in materia di *seniority* dell'esposizione. Infatti, per quest'ultimo aspetto, si è visto nella Sezione 3.3.3 che la *seniority* dell'esposizione rappresenta una variabile esplicativa che compare in entrambi i modelli presentati.

Lo strumento più noto e forse tra i più accurati per la stima del *Recovery Rate* per i prodotti liquidi è il *Modello LossCalc*™ commercializzato da *Moody's Analystics*[33] (cfr. Sezione 3.3.3.1). Uno dei punti di forza di tale modello, al contrario per quanto avviene nel modello di Castle e Keisman [94], è quello di ricondurre l'output della stima a valori appartenenti all'intervallo $[0, 1]$ attraverso il *mapping* dei valori stimati su una distribuzione *beta*.

[33]Per maggiori informazioni vedere http://www.moodysanalytics.com/Products-and-Solutions/Enterprise-Risk-Solutions/Credit-Assessment-and-Origination/LossCalc.

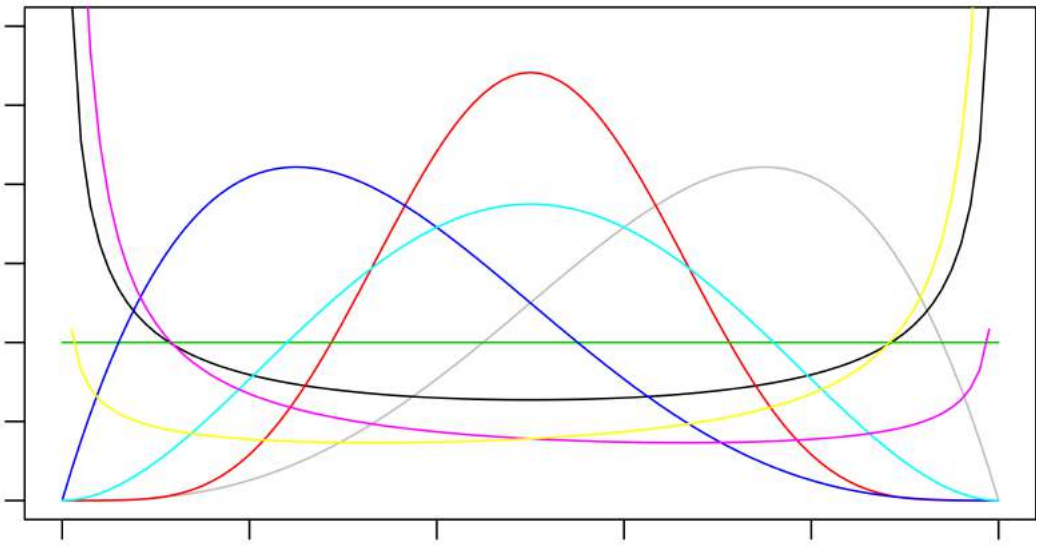


Figura 3.9: *Beta distribution*

3.3.7 Modellazione del *Recovery Rate*

3.3.7.1 La distribuzione *beta*.

Per quanto riguarda la ricerca di un modello in grado di rappresentare la variabile casuale RR nell'intervallo $[0, 1]$, si è scelta una v.c. che permette di "*shiftare*" tutta la sua massa di probabilità alternativamente vicino a 0 o a 1: si tratta della distribuzione $\beta(a, b) \in [0, 1]$.

La distribuzione *beta* è una distribuzione in due parametri (a,b) definita tra 0 e 1. E', inoltre, presente una relazione biunivoca tra i parametri a e b e i momenti μ e σ^2: ciò significa che noti i parametri è possibile calcolarne immediatamente i momenti, e viceversa. La distribuzione beta a seconda della combinazione dei parametri (a,b) permette di descrivere le seguenti distribuzioni e tutte le combinazioni intermedie:

- se a=b>1, la distribuzione *beta* è simmetrica con media, moda e mediana sul secondo quartile;
- se a>b>1 o b>a>1, la distribuzione Beta è asimmetrica;
- se a,b<1, la distribuzione *beta* è bimodale;
- se a=b=1, la distribuzione *beta* è uniforme e ogni realizzazione è equiprobabile rispetto a tutte le altre.

.

In termini più rigorosi, la funzione di densità di probabilità è definita come:

$$f(x,a,b) = \frac{\Gamma(a+b)}{\Gamma(a)\Gamma(b)}\left(\frac{x}{\mathrm{M}}\right)^{a-1}\left(1-\frac{x}{\mathrm{M}}\right)^{b-1}\frac{\mathbf{1}_{x\in[0,\mathrm{M}]}}{\mathrm{M}} \tag{3.74}$$

in cui $\mathbf{1}_{x\in[0,\mathrm{M}]}$ è una funzione indicatore tale che:

$$\mathbf{1}_{x\in[0,\mathrm{M}]} = \begin{cases} 1 & \text{se } x \in [0,\mathrm{M}] \\ 0 & \text{se } x \notin [0,\mathrm{M}] \end{cases} \tag{3.75}$$

e Γ è una funzione *gamma* definita come:

$$\Gamma(z) = \int_0^\infty f^{z-1}e^{-t}dt. \tag{3.76}$$

Considerato che, ai fini del presente lavoro, l'interesse è focalizzato sulla stima del *Recovery Rate* e della *Loss Given Default* espressi come valori percentuali appartenenti all'intervallo $[0\%, 100\%]$ di un'esposizione o di un portafoglio di esposizioni in stato di insolvenza, è possibile porre $\mathrm{M} = 1$. In questo modo l'Equazione 3.74 ne risulta semplificata e assume la seguente formulazione:

$$f(x,a,b) = \frac{\Gamma(a+b)}{\Gamma(a)\Gamma(b)}(x)^{a-1}(1-x)^{b-1}\mathbf{1}_{x\in[0,1]}. \tag{3.77}$$

Per quanto riguarda i parametri, assumendo di disporre di una distribuzione empirica dei *Recovery Rate* stimata attraverso i metodi discussi nelle Sezioni precedenti di cui sono note la media $\bar{x}$ e la varianza $\bar{\sigma}^2$, i valori di a e b possono essere calcolati applicando il metodo dei momenti, ovvero come:

$$a = \frac{\bar{x}(\bar{x}-\bar{x}^2-\bar{\sigma}^2)}{\bar{\sigma}^2} \tag{3.78a}$$

$$b = \frac{(1-\bar{x})\bar{x}^2-\bar{x}\bar{\sigma}^2}{\bar{x}\bar{\sigma}^2(1-\bar{x})} \tag{3.78b}$$

La Figura 3.9 evidenzia lo *shape* della distribuzione *beta* in funzione dei parametri teorici a e b.

3.3.7.2 Le caratteristiche della distribuzione *beta* per i titoli liquidi.

Dai dati empirici è possibile stimare la distribuzione dei *Recovery Rate* per i *bond* in *default* attraverso le modalità descritte nella Sezione 3.3.7.1. Più in particolare, distinguendo i titoli liquidi in base alla loro *seniority* si ottengono i risultati rappresentati in Figura 3.10. Chiaramente, come emerge dalla Figura 3.10, i dati e la relativa distribuzione dei titoli *junior* contengono un maggior numero di informazioni rispetto

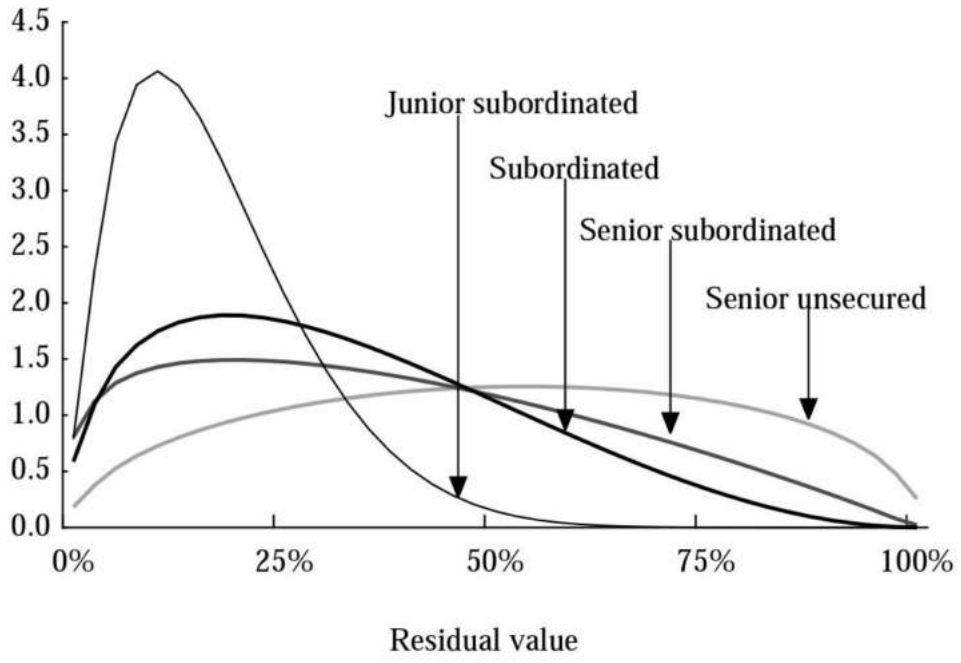


Figura 3.10: *Recovery Rate distribution by seniority class* (fonte: Gupton, Finger e Bhatia [49])

a quelli relativi ai titoli *senior*. Tuttavia, in ogni caso, è doveroso sottolineare che il livello di *seniority* conta relativamente; infatti, è necessario considerare anche altri aspetti quali la gravità del *default* e la tipologia delle garanzie eventualmente prestate: si tratta di aspetti spesso così specifici da vanificare ogni tentativo di rappresentazione sistematica.

3.3.7.3 Le caratteristiche della distribuzione *beta* per i titoli illiquidi

Si è detto che banche possiedono dati interni sui tempi e i costi del recupero, sugli esiti dello stesso, sull'andamento delle aste, sulle modalità di recupero, sulle caratteristiche di strumenti e controparti, nonché sulla tipologia di garanzia eventualmente prestata. Parimenti, si è detto che la conoscenza di tali informazioni permette la *clusterizzazione* delle esposizioni e l'applicazione dell'approccio delle *look-up tables*. Ebbene, a tal proposito numerosi studi testimoniano che le distribuzioni dei *Recovery Rate* di ogni *cluster* di esposizioni tende ad essere bimodale, ovvero con la maggior parte delle masse di probabilità concentrate sulle code della distribuzione medesima. Ciò significa che è molto probabile attendersi tassi di recupero prossimi a 0 e 1.

Attualmente, non esistono prassi consolidate per trattare tali forme distributive: per tale ragione, operativamente, si procede ancora in termini di valore atteso, tralasciando di considerare l'intera distribuzione del *Recovery Rate*. Evidentemente si tratta

di una prassi scorretta poiché, procedendo in tal modo, si perde ogni informazione relativa alla variabilità dei tassi di recupero. Ancora, un simile approccio potrebbe essere una buona approssimazione in caso di distribuzione dei *Recovery Rate* unimodale con masse di probabilità prevalentemente concentrate in prossimità del valore atteso. Contrariamente, nel caso in analisi, si commette un errore concettuale poiché considerare soltanto la media della distribuzione empirica equivale ad assumere l'assenza di aleatorietà dei tassi di recupero, quando questi sono in verità altamente volatili.

I valori attesi cambiano al variare della struttura dei *look-up tables*. Intuitivamente, il valore atteso dei tassi di recupero sarà più elevato per quelle esposizioni assistite da garanzie di qualità e sarà basso per quelle non garantite.

Le istituzioni creditizie, in generale, nella stima del RR di prodotti illiquidi tendono a focalizzarsi particolarmente sul *Loan to Value* (LTV), ovvero l'indice di copertura dell'esposizione con la garanzia prestata[34].

$$\text{LTV} = \frac{\text{Valore dell'esposizione}}{\text{Valore della garanzia}} \tag{3.79}$$

Infatti, un *Loan to Value* maggiore dell'unità significa che il valore dell'esposizione è maggiore rispetto al valore della garanzia; pertanto, maggiore è il valore dell'indice, maggiore è il rischio di recupero connesso alle fluttuazioni del valore di realizzo della garanzia. Dunque, in linea di principio per valori elevati del *Loan to Value* è plausibile attendersi valori bassi del *Recovery Rate*.

[34] Per maggiori informazioni vedere Capitolo 8.

Capitolo 4

Esposizione individuale e di portafoglio

4.1 *Mixture*

Si è detto che *Credit Quality* è un elemento del rischio di credito riferibile alla tipologia di controparte e che l'*Exposure at Default* e il *Recovery Rate* sono componenti relativi alla tipologia di strumento. Si è anche detto dell'obiettivo di sintetizzare analiticamente tali elementi in un'unica misura cardinale. Tuttavia le distribuzioni parametriche (normale, t student, poisson, bernulli ecc.), ovvero le distribuzioni in cui la densità è espressa in maniera esplicita e i valori dei parametri coincidono con quelli dei momenti e caratterizzano la forma delle distribuzioni analitiche, non sono a tal scopo sufficienti. Per aggirare il problema l'idea è stata quella, come nel rischio di credito, di definire componenti elementari e di interpretare il problema come combinazione di tali elementi. In altri termini, invece di utilizzare una distribuzione parametrica che abbia le caratteristiche necessarie, è possibile interpretare una forma distributiva multimodale come combinazione di oggetti semplici già noti. Infatti, per l'applicazione che si sta presentando, è possibile interpretare lo *shape* della distribuzione come combinazione di due variabili casuali parametriche note per ottenere una distribuzione bimodale. In materia le scienze statistiche propongono diverse forme di combinazione, tra tutte ci si orienterà unicamente sulla c.d. "*Mixture*". Per definirla è necessario ragionare in termini di campionamento ipotizzando una sequenza di urne all'interno delle quali è possibile operare estrazioni casuali. Più in particolare, per la *Mixture* non è altro che il risultato del seguente processo di campionamento a due passi:

a) si estrae da un'urna chiamata *mixing distribution*;

b) si estrae da una seconda urna, detta *mixed distribution*, condizionale alla prima.

In definitiva, il modo di procedere più agevole per determinare distribuzione P&L di un'esposizione soggetta al rischio di credito è rappresentato dalla *Mixture*: infatti è possibile tradurre in termini di omogenei i *credit risk components* in modo da poter essere sintetizzati analiticamente in un'unica misura cardinale.

Il prodotto RR · EAD (ovvero l'ammontare recuperabile dell'esposizione) è un valore monetario. Esso non è collocabile nello stesso dominio in cui si colloca un rendimento poiché si tratta di valori non omogenei, rispettivamente unità monetarie e tasso percentuale. Per tradurre tutto in un'unica variabile casuale è necessario distinguere i prodotti liquidi da quelli illiquidi: per i primi è evidente la convenienza di ragionare i termini di prezzi, mentre per i secondi tale convenienza risulta meno evidente a causa dell'assenza di un mercato trasparente in cui i prezzi sono direttamente osservabili. Per tale ragione, si procederà separatamente esponendo due approcci distinti:

a) l'approccio *Mark to Market* per le esposizioni liquide espresso in termini di *price distribution*;

b) l'approccio *Default Mode* per le esposizioni illiquide espresso in termini di *loss distribution* (per convenzione si mantiene una rappresentazione in termini monetari poiché è il capitale la misura che permette di calcolare le misure di rendimento *risk adjusted*, pur perdendo informazioni relative alla dimensione dei *profits* che vengono interpretati come *losses*=0).

4.2 Approccio *default mode*

E' necessario introdurre il concetto di *Loss Given Default* (LGD) che rappresenta la perdita in caso di insolvenza della controparte, ovvero l'evento "perdita" condizionato all'evento "insolvenza" della controparte. Come si è già detto, con l'introduzione dell'ipotesi di EAD deterministica, la LGD è una variabile stocastica solamente per l'aleatorietà apportata da RR. Infatti è possibile rappresentare analiticamente la *Loss Given Default* come il prodotto tra il complemento a 1 del *Recovery Rate* e l'*Exposure at Default*:

$$\text{LGD} = (1 - \text{RR}) \times \text{EAD} \tag{4.1}$$

Alternativamente la *Loss Given Default* può essere interpretata come il complemento a 1 della distribuzione $\beta(a, b) \in [0, 1]$.

Per quanto riguarda la *loss distribution*, essa serve per calcolare il costo del capitale: per un dato intervallo di confidenza, è possibile determinare la quantità di *loss adsorbing capacity* dati il merito creditizio della controparte, l'EAD e il RR relativi allo strumento. In altri termini, a partire dalla conoscenza della controparte, del prodotto

e delle garanzie, le si combinano attraverso la *mixture* per determinare il *risk profile* dell'esposizione, da cui è possibile stimare l'ammontare di *Loss Adsorbing Capacity* (espressa in unità monetarie) necessaria nel calcolo delle misure di rendimento *risk adjusted*.

Come ogni distribuzione di probabilità, anche per la *loss distribution* è possibile calcolarne il valore atteso che rappresenta la componente di perdita attesa (*Expected Loss* - EL). Per definizione tale ammontare non è compreso nella *Loss Adsorbing Capacity*, che invece è finalizzata ad assorbire esiti negativi inattesi del business. Infatti, dal punto di vista contabile, i fondi di svalutazione crediti e i fondi rischi sono costi imputati a conto economico e rispecchiano il valore delle perdite attese di competenza dell'esercizio sociale di riferimento. Pertanto le perdite attese non concorrono a rettificare il conto economico per ottenerne la versione *risk adjusted* poiché si tratta di costi che già rientrano nel conto economico tradizionale a valori contabili. Ciò che effettivamente determina l'ammontare di *Loss Adsorbing Capacity* sono le perdite inattese (*Unexpected Loss* - UL) e, di conseguenza, il costo della LAC così determinata rappresenta il valore che consente di ottenere il conto economico *risk adjusted* del business. Dunque, in altri termini, il capitale rappresenta l'ammontare posto a copertura delle perdite inattese una volta stabilito un dato livello di resistenza, ovvero una volta fissato un livello massimo di *default probability*.

In ogni caso è necessario tenere presente che ogni banca non considera ogni esposizione singolarmente: essa deve analizzare ogni esposizione marginale in ottica di portafoglio. La banca, infatti, ogni qualvolta si trova a valutare l'eventualità di entrare in una nuova posizione possiede un portafoglio già formato e con caratteristiche peculiari. Per tale ragione, l'istituzione creditizia è vincolata dal portafoglio che già detiene; pertanto l'obiettivo non è quello di contenere il capitale assorbito dalle singole esposizioni, ma quello di contenere l'ammontare di LAC necessaria con riferimento all'intero portafoglio detenuto. In questo particolare frangente assume rilievo il livello di dipendenza tra le singole esposizioni in portafoglio. Infatti, per livelli di dipendenza molto bassi, la dotazione patrimoniale richiesta a livello complessivo risulterà inferiore rispetto alla somma delle dotazioni patrimoniali necessarie per le singole esposizioni. Conseguentemente, le banche tenderanno a ricercare una differenziazione del proprio portafoglio quanto migliore possibile e orienteranno le proprie politiche di credito per perseguire tale scopo. Da ultimo, e come conseguenza di ciò, una decisione di finanziamento, a parità di richiedente, può variare da un istituto di credito ad un altro in funzione delle diverse necessità di differenziazione del relativo portafoglio, tanto che non necessariamente le banche si troveranno ad accordare linee di credito ai prenditori migliori in termini di merito creditizio o di garanzie prestate: si tratta di decisioni per

certi aspetti vincolati dalle decisioni di affidamento passate e da politiche di carattere strategico.

4.2.1 Estensione all'intero portafoglio

Sfruttando le *mixture techniques* per combinare tra loro il merito di credito, l'*Exposure at Default* (EAD) e il *Recovery Rate* (RR), si ottiene la distribuzione di perdita della singola esposizione, ovvero la rappresentazione del profilo di rischio dell'esposizione stessa in ottica *default mode*. In particolare:

a) se l'estrazione dalla variabile casuale bernoulliana ha come esito 0, allora la perdita rilevata sarà pari a 0;

b) se l'estrazione dalla variabile casuale bernoulliana ha come esito 1, allora la perdita rilevata, denominata *Loss Given Default* (LGD) dovrà essere calcolata attraverso l'Equazione 4.1.

Poiché si è assunto che l'EAD sia deterministica, è possibile concludere che la distribuzione di probabilità della LGD sia funzione della sola distribuzione di probabilità associata alla variabile casuale RR. Seguendo tale approccio per la rappresentazione del profilo di rischio di un'esposizione si perde la dimensione "*profit*" della distribuzione P&L; tuttavia tale metodo consente di calcolare le misure che, in ottica *risk-adjusted*, permettono di correggere il conto economico associato all'esposizione considerata. Tali misure sono:

a) la perdita attesa (*Expected Loss* - EL) che viene rappresentata dal valore medio della distribuzione delle perdite e, pertanto, deve dare luogo a un corrispondente accantonamento a riserva da imputare tra i costi nel conto economico;

b) la perdita inattesa (*Unexpected Loss* - UL) che viene rappresentata dall'ammontare di perdita eccedente la EL in corrispondenza di un dato livello di confidenza con orizzonte temporale di riferimento. In termini analitici:

$$\text{UL} = q_\alpha - \text{EL}, \tag{4.2}$$

dove q_α identifica il quantile della *Loss distribution* in corrispondenza di un livello di confidenza pari ad α ed EL l'*Expected Loss*. In altri termini, la UL rappresenta la misura del capitale economico assorbito dall'esposizione che deve trovare adeguata copertura nel patrimonio della banca. Il costo del capitale economico assorbito dall'esposizione è dato dal tasso di remunerazione del capitale di rischio.

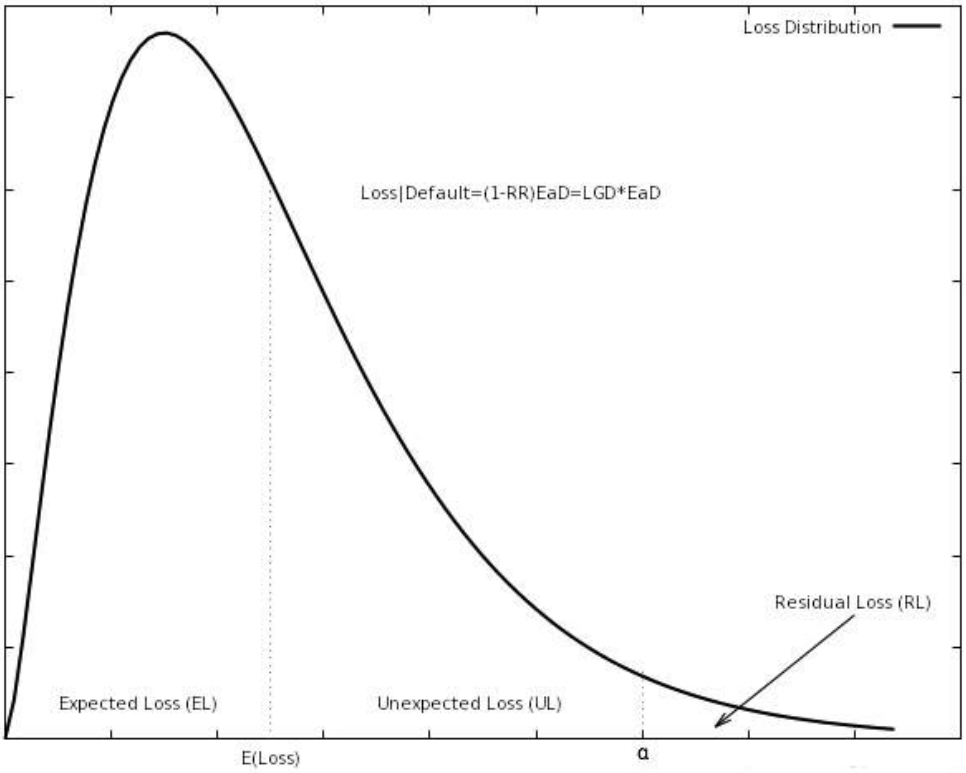


Figura 4.1: *Loss Distribution - Expected/Unexpected Loss*

Secondo la teoria di portafoglio di Markowitz, ciò che conta non è il profilo di rischio-rendimento del singolo titolo, bensì il contributo che il singolo titolo apporta al profilo di rischio-rendimento del portafoglio. Tale logica rimane valida anche se applicata al rischio di credito: infatti, ciò che realmente interessa non è il profilo di rischio della singola esposizione, bensì il contributo che l'esposizione apporta al profilo di rischio del portafoglio complessivamente considerato. Pertanto, oggetto di interesse non è tanto la misura del capitale economico assorbito dall'esposizione *stand alone*, quanto piuttosto il contributo della stessa sull'ammontare di capitale economico assorbito dal portafoglio. Per poter determinare il capitale economico complessivo assorbito dal business esercitato, è necessario innanzitutto definire e stimare la *loss distribution* complessiva. Essa è pari a:

$$\mathrm{L}_p = \sum_{i=1}^{n} \mathrm{L}_i, \tag{4.3}$$

dove L_i è la *Loss distribution* associata all'esposizione i-esima. Più nel dettaglio, la perdita attesa di portafoglio (EL_p) è pari alla somma delle perdite attese degli impieghi

che lo compongono. In termini analitici:

$$\text{EL}_p = \sum_{i=1}^{n} \text{EL}_i, \tag{4.4}$$

dove EL_i è l'*Expected Loss* associata all'esposizione i-esima. In altri termini, ciò significa che la perdita attesa non può essere contenuta attraverso politiche finalizzate ad una maggior diversificazione del portafoglio detenuto. Passando oltre, la perdita inattesa di portafoglio (UL_p) è una quantità complessa da definire poiché non è funzione esplicita delle *Unexpected Losses* marginali. Tuttavia, è possibile dimostrare che vale la seguente relazione:

$$\text{UL}_p \leq \sum_{i=1}^{n} \text{UL}_i, \tag{4.5}$$

dove UL_i è l'*Unexpected Loss* associata all'esposizione i-esima. In particolare, è possibile sostenere che:

$$\text{UL}_p = \sum_{i=1}^{n} \text{UL}_i \tag{4.6}$$

solamente quando tutte le variabili casuali UL_i siano perfettamente dipendenti. Tale eventualità è certamente irrealistica e costituisce un limite superiore per il valore della UL_p; infatti, di fatto, si ha che:

$$\text{UL}_p \notin \sum_{i=1}^{n} \text{UL}_i \tag{4.7}$$

poiché le variabili casuali UL_i non sono perfettamente dipendenti fra loro. In altri termini, ciò significa che la perdita inattesa può essere ridotta mediante un'adeguata politica di diversificazione del portafoglio. Pertanto, se vale la relazione 4.7, significa che, a livello di portafoglio, il capitale economico assorbito dall'esposizione i-esima è inferiore rispetto al capitale economico assorbito dalla stessa esposizione considerata singolarmente (o *stand alone*). Si tratta di una considerazione di assoluta rilevanza poiché, se si considerasse il capitale economico assorbito in corrispondenza del profilo di rischio marginale dell'esposizione, si giungerebbe ad una sovrastima del *cost of risk*. Per evitare ciò, è necessario determinare il contributo dell'esposizione al capitale economico assorbito del portafoglio (*risk contribution*). Da questo punto di vista, è pertanto possibile definire il capitale economico assorbito dal portafoglio, ossia la quantità UL_p, nel modo seguente:

$$\text{UL}_p = \sum_{i=1}^{n} \text{UL}_{contribution,i} \tag{4.8}$$

dove $\text{UL}_{contribution,i}$ rappresenta il contributo dell'esposizione i-esima al capitale eco-

nomico assorbito dal portafoglio. Il valore assunto dalla $\text{UL}_{contribution,i}$ dipende dalla struttura di dipendenza che lega l'esposizione i-esima con tutte le altre presenti in portafoglio. Ciò implica che non esiste un'unica misura per la *risk contribution*, in quanto essa dipende appunto dal portafoglio di impieghi nel quale l'esposizione viene inserita. Come già detto in precedenza:

a) se le controparti sono perfettamente dipendenti tra loro, il beneficio derivante dalla diversificazione del portafoglio si annulla e si ha che:

$$\sum_{i=1}^{n} \text{UL}_i = \sum_{i=1}^{n} \text{UL}_{contribution,i}. \tag{4.9}$$

Pertanto, in questo caso la perdita inattesa marginale UL_i coincide con la risk contribution $\text{UL}_{contribution,i}$;

b) se le controparti non sono perfettamente dipendenti tra loro, è possibile sfruttare il beneficio derivante dalla diversificazione del portafoglio. In questo caso, è vero quanto affermato precedentemente (cfr. Equazione 4.7) e, pertanto, si può affermare che:

$$\sum_{i=1}^{n} \text{UL}_i > \sum_{i=1}^{n} \text{UL}_{contribution,i}. \tag{4.10}$$

Per scomporre la UL_p nella somma delle $\text{UL}_{contribution,i}$ è possibile ricorrere al Teorema di Eulero[1].

4.2.2 La struttura di dipendenza

Per poter stimare analiticamente il profilo di rischio del portafoglio è necessario definire la struttura di dipendenza dei profili di rischio delle esposizioni *stand alone*. Tale dipendenza non può essere quantificata direttamente attraverso il ricorso al coefficiente di correlazione lineare[2], poiché quest'ultimo attribuisce lo stesso peso agli scostamenti negativi e positivi dal valore atteso. Per tale ragione, esso è applicabile solamente in presenza di variabili casuali simmetriche. Dunque, considerato che le distribuzioni di perdita presentano una marcata asimmetria sinistra, non è possibile

[1] Tale approccio verrà successivamente trattato nella Sezione 7.3.4.

[2] Il coefficiente di correlazione lineare è calcolato come $\rho = \text{Corr}(X,Y) = \sigma_{xy}/(\sigma_x\sigma_y)$, dove σ_{xy} rappresenta la covarianza tra le variabili casuali X e Y, σ_x rappresenta la deviazione standard della variabile casuale X e σ_y rappresenta la deviazione standard della variabile casuale Y. Il coefficiente ρ è un indice di correlazione lineare in quanto misura il legame lineare tra Y e X. La massima correlazione negativa si ha quando $\rho = -1$, il che implica che tutte le coppie di osservazioni giacciono su una retta con pendenza negativa; invece, la massima correlazione positiva si ha per $\rho = 1$, il che implica che tutte le coppie di osservazioni giacciono su una retta con pendenza positiva. Con riguardo al coefficiente di correlazione, è opportuno ricordare che l'indipendenza implica l'incorrelazione mentre, al contrario, l'incorrelazione non implica l'indipendenza.

ricorrere al coefficiente di correlazione lineare. Tale problema può essere superato ricorrendo a:

a) un approccio proposto dai ricercatori dell'ETH di Zurigo (tra cui Paul Embrechts) che risolve il problema sfruttando le c.d. *copula-function*;

b) un approccio proposto dai ricercatori di JP Morgan basato sulla stima di modelli modelli di regressione lineare. Per illustrare tale approccio, si supponga di detenere un portafoglio nel quale sono presenti due esposizioni associate a due differenti controparti (A e B). Per procedere alla stima del rapporto di dipendenza, supponendo che la EAD sia deterministica, è possibile distinguere tra[3]:

   i. dipendenza tra i meriti di credito delle controparti. In questo caso, le variabili casuali bernoulliane associate alle esposizioni considerate sono dipendenti tra loro[4];

   ii. dipendenza tra i *Recovery Rate* (RR). In questo caso, le LGD associate alle esposizioni considerate sono dipendenti tra loro[5].

   Si supponga che la struttura di dipendenza sia descritta soltanto dalla dipendenza tra i meriti di credito delle controparti. Ciò significa che si deve analizzare la struttura di dipendenza che lega tra loro le variabili casuali bernoulliane associate alle controparti A e B. Poiché si tratta di variabili casuali discrete, non è possibile ricorrere direttamente al coefficiente di correlazione lineare. Per aggirare il problema, si rende pertanto necessaria l'introduzione una variabile latente (Z) e un valore soglia (S) con i quali trasporre il problema in ambito continuo. Solo in questo caso, infatti, è possibile ricorrere al calcolo del coefficiente di correlazione per la stima della struttura di dipendenza tra le controparti A e B. Al fine di stimare il coefficiente di correlazione, occorre però distinguere due casi:

   a) se le controparti A e B sono imprese quotate, le variabili casuali latenti (Z) possono essere stimate dalle distribuzioni di probabilità dei rendimenti

[3] In realtà, se L'EAD non fosse deterministica, sarebbe possibile dire che esistono tre differenti forme di dipendenza: una per ogni componente elementare di rischio.

[4] Ad esempio, si supponga che entrambe le controparti operino nel settore calzaturiero e siano localizzate nella medesima area geografica. È chiaro che se la controparte A va in *default* (ossia la variabile casuale bernoulliana ad essa associata ha come esito 1), ci si può aspettare che lo stesso avvenga per la controparte B; allo stesso modo, se la controparte A rimane solvente (ossia la variabile casuale bernoulliana ad essa associata ha come esito 0), ci si può aspettare che lo stesso avvenga per la controparte B.

[5] Ad esempio, si supponga che la controparte A operi nel settore calzaturiero e che la controparte B operi invece in quello della ristorazione. In questo caso, si può supporre che non sussista alcuna forma di dipendenza tra i meriti di credito delle controparti. Tuttavia, se entrambe le controparti hanno prestato una garanzia reale su beni immobili collocati nella stessa area geografica, è ragionevole aspettarsi che le LGD delle controparti siano dipendenti tra loro, in quanto beni immobili dislocati nella medesima area geografica presentano RR simili.

azionari. Pertanto, dopo aver stimato le probabilità di *default* delle controparti A e B mediante il modello KMV, è sufficiente calcolare il valore soglia (S) e poi procedere alla determinazione del coefficiente di correlazione lineare sfruttando, ancora una volta, le serie storiche dei rendimenti dei titoli azionari quotati calcolati come differenze prime logaritmiche dei prezzi;

b) se le controparti A e B sono imprese non quotate, le variabili casuali latenti (Z) non possono essere stimate, in quanto non vi sono informazioni disponibili utili a tale scopo e si dovrà procedere attraverso *proxy*.

Ricapitolando quanto detto in precedenza, si è iniziato a trattare la teoria di portafoglio riferita al rischio di credito. In quest'ambito, è stata introdotta un'ulteriore definizione di capitale: il capitale economico (o, impropriamente, rischio) *stand alone* o marginale, ovvero il capitale assorbito della singola esposizione (*Loss Adsorbing Capacity*). Si è, poi, discusso del capitale assorbito da un intero portafoglio di esposizioni che è inferiore o uguale alla sommatoria delle *Loss Adsorbing Capacity* individuali degli *asset* che costituiscono il portafoglio. A tal proposito si è anche evidenziato come il segno di uguaglianza valga solamente nel caso estremo in cui tutte le posizioni in portafoglio siano tra loro perfettamente dipendenti in modo tale per cui, una volta nota la realizzazione di un *asset*, sono note anche le realizzazioni di tutti gli altri. Eccetto tale ipotesi del tutto irrealistica, in tutti gli altri casi la somma delle *Loss Adsorbing Capacity* individuali è strettamente maggiore di quella del portafoglio complessivamente considerato. Si necessita, pertanto, dell'introduzione di un concetto ulteriore, ovvero quello di "contribuzione al rischio" che indica la contribuzione di un *asset* al capitale economico assorbito dal portafoglio. Infatti ogni singola esposizione contribuisce alla *Loss Adsorbing Capacity*, al capitale economico di portafoglio, per un ammontare strettamente minore della sua LAC individuale e dipendente dalla specifica struttura di portafoglio in cui l'esposizione viene inserita. Pertanto è stato possibile affermare che la misura del contributo al rischio non sia assoluta, ma strettamente dipendente dalle caratteristiche del portafoglio. Infatti, un medesimo *asset* (caratterizzato da un proprio profilo di rischio *stand alone*) può presentare misure di contributo al rischio di portafoglio diverse a seconda del portafoglio in cui è inserito. Una diretta conseguenza di ciò riguarda il calcolo della *Loss Adsorbing Capacity* di un portafoglio composto unicamente da prodotti illiquidi; a tal fine, infatti, è necessario applicare l'approccio *default mode* alle singole esposizioni e poi esplicitarne la relativa struttura di dipendenza per determinare la misura di capitale assorbito del portafoglio (*unexpected loss*). Giunti a questo punto, è bene sottolineare come sia possibile identificare le strutture di dipendenza di tutte le componenti elementari del rischio di credito; tuttavia, per semplicità di trattazione, ci si soffermerà esclusivamente sulla struttura di dipendenza dei meriti creditizi delle controparti.

Entrando nel merito della questione, bisogna evidenziare come si renda necessaria l'analisi della struttura di dipendenza tra n variabili casuali bernoulliane poiché ciò fa emergere due problematiche: la prima relativa alla forma di dipendenza da adottare, la seconda connessa al numero dei parametri da stimare.

4.2.2.1 La forma di dipendenza

E' possibile adottare un approccio in grado di introdurre la struttura delle correlazioni, pur essendo il problema della dipendenza tra variabili bernoulliane non direttamente affrontabile in tali termini poiché le matrici di correlazione presuppongono variabili aleatorie lineari, e non variabili fortemente asimmetriche o discrete. Più in particolare, il concetto di struttura di dipendenza definita in termini di correlazione è recuperabile attraverso la rappresentazione biunivoca di una variabile bernoulliana in termini di v.c. normale e una soglia che identifica i due stati (p e $1-p$). Per quanto riguarda l'identificazione della soglia, è necessario distinguere tra società quotate e società non quotate: per queste ultime si tratta di una procedura analiticamente complessa, mentre per le società quotate è possibile procedere per mezzo della distribuzione dei rendimenti e la stima della PD attraverso l'applicazione del modello di KMV. Dunque, data una struttura di correlazione tra A e B, è possibile eseguire un campionamento dalla distribuzione dei rendimenti multivariata:

a) se tra le controparti vi è una correlazione prossima all'unità, si avranno situazioni di solvibilità o di *default* congiunte;

b) se tra le controparti vi è una correlazione prossima a 0, le realizzazioni di A e B tenderanno ad essere tanto più indipendenti quanto più la correlazione si approssima a 0;

c) se tra le controparti vi è una correlazione negativa, si tenderà ad osservare realizzazioni opposte.

Giunti a questo punto, tuttavia, sorge un problema legato alla gestibilità della dimensione della matrice di correlazione delle esposizioni e al numero di dati da stimare. Per rendere l'idea, la matrice di correlazione R sarà di dimensione $(n \times n)$ e il numero di parametri da stimare è pari a $n(n-1)/2$ valori.

4.2.2.2 La dimensione dei portafogli

Il problema della gestione della struttura di dipendenza per portafogli di grandi dimensioni sussisteva già con l'applicazione di Markowitz. Per superare tale problema, è possibile adottare un certo numero di approcci alternativi; tuttavia, la prassi

certamente più utilizzata consiste nell'adottare un approccio di tipo fattoriale[6] che consente una drastica riduzione del numero di parametri da stimare. Infatti, ciò è possibile se, oltre ad introdurre la rappresentazione biunivoca in termini continui delle variabili bernoulliane, si identifica un modello fattoriale per ogni singola distribuzione dei rendimenti univariata. Analiticamente:

$$\boldsymbol{y} = \boldsymbol{x\beta} + \boldsymbol{\epsilon} \qquad \boldsymbol{\epsilon} \sim \ iid\ WN\left(0, \boldsymbol{\sigma^2 I_n}\right)$$

con

$$\mathbb{E}[\boldsymbol{\epsilon}] = 0,$$

$$Var(\boldsymbol{\epsilon}) = \mathbb{E}[\boldsymbol{\epsilon\epsilon'}] = \boldsymbol{\sigma^2 I_n} = \boldsymbol{\Sigma}.$$

Praticamente, procedendo in questo modo, si riesce ad aggirare il problema del numero di coefficienti da stimare e delle dimensioni eccessive assunte dalla matrice di correlazione. Infatti, poiché le variabili Y_i dipendono dal medesimo fattore sistematico X, non è più necessario porsi il problema di procedere alla stima della matrice di correlazione. Ciò che si rende realmente necessaria è la stima di n modelli fattoriali, ovvero quei modelli che fanno dipendere i rendimenti delle controparti in funzione k fattori sistematici. In questo modo si può conoscere la correlazione tra le variabili endogene Y_i osservando il modo con cui rispondo a variazioni delle variabili esogene X del modello. Procedendo secondo tali modalità, è possibile ridurre i parametri da $n(n-1)/2$ valori a solamente $n \times k$ dati, ovvero i $\beta_{i,j}$ di ogni controparte. Più in particolare, se i β sono dello stesso segno, le controparti risultano correlate positivamente; contrariamente, qualora essi siano di segno opposto, le controparti risulteranno negativamente correlate. L'intensità della struttura di dipendenza, ovvero l'entità della correlazione, dipende dalla volatilità del fattore idiosincratico ϵ_i: maggiore è tale volatilità, più le caratteristiche peculiari della singola controparte influiscono sul movimento determinato dal fattore congiunto. Infatti, è possibile che l'effetto della stima dei parametri $\beta_i X$ del modello sia completamente alterata dall'influenza della componente idiosincratica ϵ_i. L'approccio fattoriale, oltre ad avere il vantaggio di rendere stimabile e applicabile il modello, permette anche di rendere meglio interpretabile la natura e le cause della dipendenza. Operativamente, è possibile procedere nel seguente modo:

a) si osserva la realizzazione dei fattori X ottenendo così una realizzazione $\beta_{i,j}X_i$ per ogni Y_j;

b) si aggiunge a $\beta_{i,j}X_i$ la realizzazione della componente idiosincratica ϵ_j.

[6] Il modello fattoriale più semplice e più noto è il CAPM (cfr. Sharpe [93]), in cui la variabile endogena è rappresentata dal rendimento di un *asset*. Le variabili esogene del modello sono invece rappresentate da: il *risk free rate*, il β_i, il rendimento di mercato e il termine di errore ϵ_i. Nella formulazione del modello $r_i = \alpha_i + \beta_i X + \epsilon_i$ di particolare interesse è il termine di errore ϵ_i che rappresenta la componente idiosincratica del modello, ovvero la variabile che spiega le variazioni di r_i non spiegate da $\beta_i X$, che rappresentano la componente sistematica del modello.

Posto che il segno della correlazione è data dal segno dei coefficienti stimati $\hat{\beta}_{i,j}$, se la varianza della componente idiosicratica è ridotta, è possibile inferire una correlazione elevata poiché vi è uno scostamento ridotto dalla realizzazione del fattore sistematico. Da ciò se ne deduce che, in caso di realizzazioni positive, tendenzialmente tutte le controparti rimarranno solventi; mentre, in caso di realizzazioni negative, le stesse si riveleranno tendenzialmente insolventi all'unisono. Contrariamente, in caso di elevati valori di ϵ_i, le controparti tenderanno ad essere scarsamente correlate.

Dunque, si è detto che i meriti creditizi delle controparti sono tra loro dipendenti e che la natura di tale dipendenza è spiegata da uno o più fattori comuni. Qualora tale fattore sia rappresentato dal mercato di riferimento, nei periodi di recessione sarà più probabile ottenere realizzazioni di $\beta_i X^*$ negative; viceversa, nei periodi di espansione, sarà più probabile ottenere realizzazioni positive. Se, invece, le controparti dovessero appartenere a settori diversificati, si assisterà a realizzazioni di $Y_i = \hat{\beta}_i X_i$ e ad una di $Y^*_m = \hat{\beta}_m X^*_m$. Tale aspetto è particolarmente rilevante qualora si osservino le conseguenze dell'inserimento di controparti attive in settori di mercato anticiclici in un portafoglio di esposizioni verso controparti operanti in settori ciclici: l'effetto complessivo è quello di diminuire la volatilità del portafoglio che, in questo modo, può assorbire una quantità inferiore di capitale.

Con riferimento alle controparti quotate, è possibile stimare i modelli fattoriali a partire dai dati relativi agli indici di Borsa settoriali. Anche in questo caso la forma della dipendenza deve accompagnarsi al problema della dimensione dei portafogli e del numero di parametri da stimare. Da questo punto di vista si è detto che l'approccio fattoriale rappresenta una delle possibili soluzioni al problema. Come visto in precedenza, dal momento che non ci si limita ad esplicitare correlazioni tra le distribuzioni dei rendimenti, è possibile individuare la metodologia che consente di risolvere i problemi di stima relativi alle controparti non quotate. Per quanto riguarda i dati disponibili, per queste ultime controparti si conoscono i fattori sistematici. Quest'ultimi, infatti, possono essere rappresentati da indicatori prodotti dall'ISTAT e dalla Banca d'Italia che permettono di applicare la stessa metodologia originariamente prevista per le sole controparti quotate.

E' bene ricordare che il fine che ci si è posti è quello di determinare analiticamente la distribuzione di perdita a livello di portafoglio. Per fare ciò, è necessario partire dal presupposto che ogni istituzione finanziaria intrattiene rapporti con un numero estremamente alto di controparti attraverso un numero molto elevato di strumenti. Ciò significa che la struttura della distribuzione di portafoglio non può che essere molto complessa e, di fatto, non stimabile. Per tale ragione l'approccio analitico che si adotta

è rappresentato dalle simulazioni Montecarlo, ovvero un processo di campionamento eseguito da un calcolatore applicabile quando non si conoscono formulazioni analitiche della variabile casuale di interesse. In altri termini, procedendo nel modo descritto, si ottiene empiricamente la distribuzione della variabile oggetto di studio attraverso un campionamento casuale da tutte le variabili che concorrono a determinare la v.c. P&L di portafoglio. Più in particolare, assumendo di avere un prodotto per ogni controparte, il processo si articola come segue:

a) Si identifica il vettore dei fattori comuni X.

b) Si stima la struttura di dipendenza del portafoglio attraverso modelli fattoriali.

c) Si stima la PD di tutte le controparti attraverso i modelli già discussi. Più in particolare, per costruire la distribuzione congiunta dei meriti creditizi si opera un campionamento casuale dal vettore X ottenendo un vettore di realizzazioni di X e si simulano le componenti idiosincratiche; ciò permette, non solo di generare una realizzazione di Y_i, ma anche di verificare la solvibilità di ogni controparte sulla base del valore-soglia S.

d) Attraverso le tecniche di *mixture* si combinano le tre componenti del rischio di credito al fine di ottenere una distribuzione di perdita. Tale processo viene svolto attraverso la simulazione Montecarlo e si articola in due fasi:

   i. simulazione della v.c. bernoulliana in modo tale che, se si simula l'evento 0, si avrà una perdita pari a 0 e, se si simula l'evento 1, la controparte è in *default* e occorre procedere a simulare il *Recovery Rate*;

   ii. simulazione del *Recovery Rate* ottenendo, mediante la formula $\text{LGD} = (1 - \text{RR}) \cdot \text{EAD}$ (cfr. Equazione 4.1), la corrispondente realizzazione della perdita della singola esposizione.

Dunque, si è definita la struttura della *loss distribution* individuali e, ora, è possibile ottenere la distribuzione di portafoglio semplicemente come sommatoria delle *loss distribution* di ogni singola esposizione. Reiterando tale procedimento per un numero molto elevato di volte, si ottiene una serie di realizzazioni della distribuzione di perdita a livello di portafoglio. A questo punto è possibile analizzare unicamente le perdite registrate poiché, l'approccio fattoriale, consente di tenere conto della struttura di dipendenza che sussiste tra le esposizioni. Dalla *loss distribution* ottenuta è possibile calcolare le *Expected Loss* di portafoglio come sommatoria delle *Expected Loss* marginali. nonché il valore delle *Unexpected Loss* complessive. Dai dati così determinati, in aggiunta, è possibile determinare la quantità di capitale economico assorbito a livello di portafoglio, nonché le misure di contributo al rischio. Ciò, da ultimo, permette di determinare il costo del capitale e di calcolare le misure di rendimento *risk adjusted*.

Non essendo data la possibilità di esplicitare la forma distributiva, risulta di fatto impossibile procedere alla determinazione in forma chiusa delle *loss distribution* individuali e di portafoglio: ciò spiega la ragione per la quale si procede attraverso la simulazione Montecarlo che, appunto, rappresenta un modo di affrontare il problema in termini numerici. Infine, data la sommatoria delle distribuzioni di perdita individuali, ovvero la distribuzione di perdita di portafoglio, è possibile interpretare in termini di contributo al rischio rischio l'*Unexpected Loss* al fine ultimo di prezzare in termini *risk adjusted* gli strumenti che compongono il portafoglio.

4.2.3 Osservazioni sull'approccio *default mode*

Ciò che è possibile osservare rispetto a quanto detto al riguardo dell'approccio *default mode* riguarda la tendenziale distorsione della stima del profilo di rischio del portafoglio. Infatti, si è implicitamente assunto che la composizione del portafoglio rimanga immutata per tutto l'*holding period*, ovvero per tutto il periodo di riferimento delle analisi svolte $[T_0, T_1]$[7]. Più in particolare, la diretta conseguenza dell'assunzione suddetta è quella di considerare costante il numero di *asset* in portafoglio, nonché la composizioni in termini qualitativi dello stesso. In realtà la composizione è definita solo nell'istante iniziale T_0 poiché a partire da quel momento il business aziendale si sviluppa e la rete commerciale induce modifiche nell'*asset mix* e nella politica creditizia di inizio periodo, tanto che le politiche di budget sono finalizzate al raggiungimento dell'obiettivo prefissato tramite la ricomposizione degli *asset* di portafoglio. Il problema è che nell'istante iniziale, ovvero nel momento in cui si conduce l'analisi con riferimento ad un prefissato istante futuro, non si ha la consapevolezza della composizione futura del portafoglio poiché non è possibile prevedere eventuali modifiche dei piani strategici e del budget o l'effettivo raggiungimento degli obiettivi preventivati. In base a tali considerazioni, si rende necessario operare una distinzione fondamentale tra:

a) rischio attuale/AS-IS, ovvero l'analisi dei rischi di un portafoglio noto che consiste nello studio delle dinamiche interne al portafoglio sotto ipotesi di composizione definita e stabile e di una precisa distribuzione di perdita;

b) rischio prospettico o *forward looking* che consiste nella considerazione del profilo di rischio di un portafoglio di esposizioni con possibilità di ricombinazione nel corso dell'*holding period*: il profilo di rischio è, in questo caso, aggiustato in base ad un Δ che esprime tutte le modificazioni possibili future.

Proseguendo oltre, l'ipotesi realistica di ricomposizione di portafoglio implica che la struttura dello stesso sia rappresentata da una variabile aleatoria; tanto che un

[7] Si ritiene di precisare che generalmente l'analisi è condotta su base annuale poiché ciò è esplicitamente richiesto dalla normativa di settore.

numero di *asset* in portafoglio ridotto in futuro implica un basso assorbimento di capitale e, viceversa, un elevato numero di *asset* implica necessità elevata di capitale economico. Ne consegue che:

a) i rischi AS-IS sono facilmente ed oggettivamente calcolabili;

b) i rischi prospettici sono più complicati poiché si sta considerando la composizione di portafoglio come una variabile stocastica.

La regolamentazione articola la sua struttura per tenere i due aspetti separati: per il *regulator* calcolare i rischi attuali conferisce un grado di attendibilità delle misure più controllabile e gestibile rispetto a quanto non accada con riferimento ai rischi prospettici. Ciò emerge anche con riferimento alla struttura di Basilea III, che si articola in un:

a) un filone della liquidità che regola i rischi non affrontabili col capitale;

b) un filone del capitale, a sua volta articolato su tre pilastri:

   i. il *Pillar I* contiene la disciplina dei requisiti minimi di capitale a copertura del rischio attuale: si tratta, in altri termini, di requisiti di capitale (LAC) richiesti a copertura delle perdite nel portafoglio attuale;

   ii. il *Pillar II* è relativo al processo di controllo prudenziale (*Supervisory Review Process* - SRP). Tale nuovo processo, che incide pesantemente su tutta l'organizzazione della banca, si compone di due parti ben distinte:

      - processo interno di determinazione dell'adeguatezza patrimoniale (*Internal Capital Adequacy Assessment Process* - ICAAP), a carico della singola banca [8];
      - processo di revisione e valutazione prudenziale (*Supervisory Review and Evaluation Process* - SREP), a carico del *regulator* che riesaminerà l'ICAAP comunicato dalla banca per formulare un giudizio complessivo sulla stessa ed attivare, ove necessario, misure correttive nei suoi confronti.

   iii. *Pillar III - Risk Public Disclosure*.

In pratica, con riferimento al *Pillar II*, si prevede che la funzione di *risk management*, una volta calcolato il rischio oggettivo statico AS-IS, provveda alla stima del

[8] Con la comunicazione ICAAP le banche illustrano alla Banca d'Italia le caratteristiche fondamentali del processo posto in atto, l'esposizione ai rischi e la determinazione del capitale ritenuto adeguato a fronteggiarli. L'informativa contiene anche un'autovalutazione dell'ICAAP che individua le aree di miglioramento, le eventuali carenze del processo e le azioni correttive che le banche intendono predisporre per eliminare le carenze riscontrate. E' proprio dall'analisi della suddetta comunicazione che il regolatore parte per decidere l'adeguatezza del controllo prudenziale realizzato dalle banche o la sua inadeguatezza e quindi l'adozione, nei loro confronti, di misure correttive.

rischio profilo di rischio prospettico (*Own Risk Solvency Assessment* - ORSA) e lo trasmetta periodicamente all'*authority*. Si tratta, quindi, di un complesso normativo volto a regolare i reciproci rapporti tra vigilato e vigilante. In altri termini, l'ICAAP (*internal capital adequacy assessment process*) è il processo di valutazione dei rischi prospettici attraverso il quale ogni istituzione di credito valuta il rischio cui è esposta e, a partire dai requisiti minimi (valutazione AS-IS), ne calcola la misura corretta (*forward looking*) per poi trasmettere all'*authority* i risultati ottenuti. In sintesi, il soggetto controllato definisce il rischio secondo la procedura ICAAP e il *regulator* si limita ricevere la documentazione a lui destinata per compiere su di essa un processo valutativo regolato dallo SREP. Nel proprio processo di valutazione, la banca definisce il rischio prospettico considerando anche gli obiettivi di budget. Questo fa sì che l'analisi dei rischi prospettici comporti l'apertura di un universo rappresentato dall'interazione tra *risk management* e pianificazione strategica. In altre parole, la valutazione dei rischi, se condotta correttamente, non può prescindere dalle attività di pianificazione strategica. Infatti, è chiaro che l'input di un buon sistema di valutazione dei rischi deve essere definito anche dalle strategie future e declinato operativamente in termini di budget. Più nello specifico, se a preventivo si ipotizza una composizione di portafoglio molto omogenea in termini di prodotto, ciò equivale ad ipotizzare stabile anche il profilo di rischio del portafoglio detenuto dall'istituzione. Tuttavia, qualora si adotti l'ottica *forward looking*, tale distribuzione non resta immutata nel corso dell'*holding period* poiché la banca si dota di un piano strategico e stabilisce obiettivi di budget che comportando necessariamente un cambiamento nella struttura e nella composizione del portafoglio di esposizioni detenuto. Infatti, il perseguimento costante degli obiettivi di budget definisce i mutamenti del portafoglio (in termini di tipologia di esposizioni, numero di nuovi contratti, controparti, ecc.). E' evidente come le cose seguano dinamiche molto complesse. In particolare, ciò che conta maggiormente sono gli scostamenti rilevanti tra gli obiettivi di pianificazione strategica e i risultati effettivamente conseguiti. Ciò poiché, nel caso di scostamenti di ammontare rilevante, si viene a creare un *mismatching* tra attività aziendale e presidi preposti alla mitigazione o alla gestione del rischio preventivamente adottati. Ad esempio, qualora una banca veda aumentare esponenzialmente i propri volumi in modo maggiore rispetto a quanto preventivato, dal punto di vista delle vendite si tratta di un risultato positivo mentre, dal punto di vista del requisito patrimoniale e della gestione dei rischi, si tratta di un risultato assolutamente negativo. Infatti, in generale, una struttura di business guidata dalle vendite, può essere non adeguata in termini di capacità di assorbire le potenziali perdite. Pertanto, quanto detto contribuisce a delineare un vincolo gestionale e strategico relativo all'impossibilità di porre obiettivi di budget indipendentemente dal vincolo di LAC O, in altri termini, alla necessaria integrazione delle funzioni di pianificazione strategica e di *risk management*. Ancora, le logiche delineate comportano che all'inter-

no della funzione di pianificazione strategica debba essere inserita la figura del *capital manager* che funge da vincolo del processo redazione dei piani di budget. In questo modo, il processo di definizione del budget diventa un processo di ottimizzazione vincolata, in cui il vincolo è espresso dall'ammontare di capitale economico disponibile. Infatti, non è possibile definire gli obiettivi disgiuntamente dalle possibilità di assumere rischio proprie della banca, ossia dall'ammontare di *Loss Adsorbing Capacity* disponibile. L'obiettivo, dunque, è quello di comprendere se un determinato profilo di rischio complessivo sia coerente con le possibilità dell'istituzione (attuali e prospettiche). Da ultimo, è necessario anche considerare i rapporti tra pianificazione strategica e *risk management*, da un lato, e divisione finanza, dall'altro. In questo modo è possibile integrare il processo di formulazione degli obiettivi strategiche con le possibilità di assunzione di rischio della banca, nonché con la sua possibilità di reperire capitale per fronteggiare eventuali eccessi di rischio rispetto alle capacità attuali.

4.3 Approccio *mark to market*

Quanto si è detto fino a questo momento è valido solamente con riferimento ai prodotti illiquidi, ovvero per quei prodotti per i quali è possibile stimare una *loss distribution* con cui si valuta unicamente la perdita subordinatamente alla realizzazione dell'evento "insolvenza". A tutte le informazioni della distribuzione P&L relative all'evento "solvibilità" è, invece, attribuito il valore 0 poiché se non si verifica il *default* della controparte e la banca incasserà quanto stabilito contrattualmente. Tuttavia, con riferimento a un prodotto con un mercato secondario sufficientemente liquido, una logica simile non è di alcuna utilità pratica per via delle possibili variazioni di prezzo anche qualora la controparte non versi in stato di *default*. Infatti, è sufficiente un cambio delle prospettive della controparte per impattare sul valore degli strumenti da questa emessi. Ciò, in definitiva, è riconducibile alle dinamiche proprie del rischio di credito, non a quelle limitate all'osservazione dell'evento "insolvenza". L'approccio *default mode* di cui si è discusso è insensibile a tali variazioni di prezzo; queste ultime, invece, vengono catturate dall'approccio *mark to market*. Si è detto, infatti, che l'approccio *default mode*, assegnando valore 0 a tutte le realizzazioni "solvibilità", di fatto non si preoccupa di descriverne la dinamica. In ottica *mark to market*, invece, il problema della molteplicità degli stati del mondo possibili in caso di solvibilità della controparte viene affrontato. Si è detto che il rischio di credito segue una logica dicotomica secondo cui possono verificarsi due eventi ("solvibilità" e "*default*"). Tuttavia, è innegabile che, nel periodo di riferimento dell'analisi, possano verificarsi nella realtà anche eventi intermedi. E' possibile affermare, infatti, che la rappresentazione attraverso una v.c. bernoulliana costituisce una visione AS-IS. Il fatto di considerare anche gli esiti intermedi permette

di stabilire l'impatto sul rischio complessivo di tali esiti: tramite essi, in sintesi, è possibile "correggere" la stima della *default probability* al sopraggiungere di nuovi eventi. Ciò fa sì che si modifichi il *risk profile* della controparte, con la conseguenza diretta che la valutazione condotta all'istante iniziale non sia più da considerarsi attendibile. Precedentemente, con riferimento all'approccio *default mode*, si era detto che il profilo di rischio è variabile a seconda delle configurazioni di *asset mix* assunte dal portafoglio; ora, analogamente, è possibile invece affermare che, relativamente all'approccio *mark to market*, il profilo di rischio del portafoglio si modifica al variare della probabilità di *default* delle controparti. Tale variazione, ovviamente, impatta anche sul *rating* attribuito alla specifica controparte in base alla sua PD stimata. Ne consegue che, essendo ogni classe di *rating* un intervallo di valori rappresentativi della probabilità di *default*, una variazione di tale valore, a sua volta causato da eventi sopravvenuti che impattano negativamente o positivamente sulle prospettive della controparte, provocandone così la diminuzione o l'aumento dei prezzi degli strumenti da questa emessi, possono indurre un *downgrade* e un *upgrade* della classe di *rating* ad essa assegnata.

Praticamente non è il modello a cambiare, ma si tiene presente che nell'intervallo di tempo che trascorre tra l'istante T_0 e l'istante T_1 la *default probability* della controparte possa variare con una data probabilità. Preme sottolineare come si stia ragionando sulla massa di probabilità, non sui singoli eventi. Dunque, è possibile disgregare l'evento di "*solvibilità*" nella sommatoria dell'evento "*stabilità*" (classe di *rating* invariata), dell'evento "*downgrade*" e dell'evento "*upgrade*". In questo modo, la solvibilità è definibile come unione di insiemi:

$$\textit{Solvibilità} = \textit{Stabilità} \cup \textit{Downgrade} \cup \textit{Upgrade}.$$

Dunque, a differenza di quanto avveniva nell'approccio *default mode* in cui si ragionava in termini dicotomici attraverso una rappresentazione degli eventi possibili definita da una v.c. bernoulliana, nell'approccio *mark to market* si procede in modo più analitico e dettagliato partizionando l'evento "solvibilità", nonché la massa di probabilità $1 - \text{PD}$ ad esso riferibile. Pertanto né consegue che a logica *default mode* e *mark to market* non siano alternative. Qualora si proceda secondo quest'ultimo approccio, l'evento "*upgrade*" e l'evento "*downgrade*" non sono stati di natura, ma situazioni ideali e ipotetiche: ciò che è unicamente osservabile sono i due eventi "solvibilità" e "insolvenza". Tuttavia, nulla impedisce di suddividere lo spazio degli eventi e le relative masse di probabilità in modo tale da renderli più granulari anche se lo spazio di probabilità rimane comunque il medesimo. Ciò equivale a dire che non si sta cambiando il modello di analisi, ma che si lo sta solo declinando in tutte le modalità che la teoria della probabilità offre. Né consegue che l'approccio *mark to market* rappresenta solamente una specificazione dell'approccio *default mode*. Infatti, in ogni caso, si sto ragionando sulle

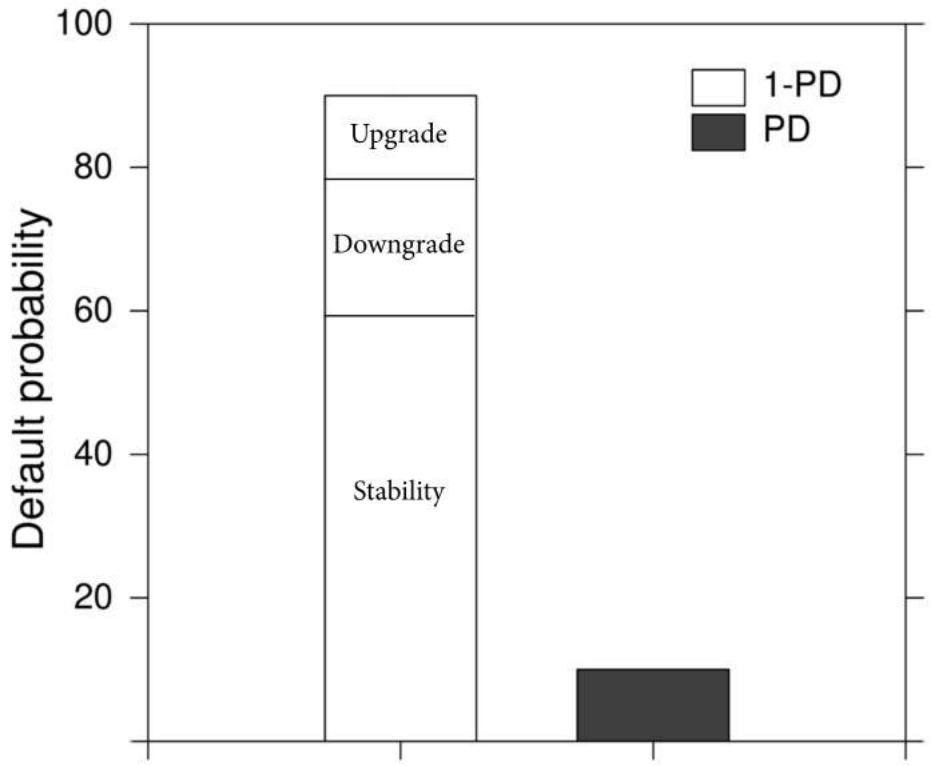


Figura 4.2: *Mark to market approach - Probability of default*

medesime masse di probabilità: la *default probability* è sempre la stessa, l'unica differenza risiede nella diversa chiave di lettura degli eventi diversi dal *default*. Spingendo al massimo il livello di dettaglio praticabile, è possibile disaggregare ulteriormente gli eventi "*upgrade*" e "*downgrade*" in tutte le singole classi di *rating*.

Il prezzo del titolo decresce da destra verso sinistra, ovvero decresce al verificarsi di eventi sempre più prossimi a quello che conduce la controparte all'insolvenza. Dunque, per calcolare il *mark to market* non rimane che valutare il prezzo del titolo in ognuno degli stati del mondo considerati. Per fare ciò le masse di probabilità sono note, pertanto è sufficiente associare ciascuna classe di *rating* al corrispondente prezzo del titolo per ottenere una distribuzione del prezzo di quest'ultimo in modo perfettamente coerente con l'approccio dicotomico.

Proseguendo oltre, si è detto che l'approccio *mark to market* costituisce una diversa specificazione dell'approccio *default mode*. Più in particolare, si può dire che, di fatto, l'approccio *default mode* sia un caso particolare dell'approccio *mark to market* o che quest'ultimo presupponga una maggiore segmentazione degli eventi considerati

nell'approccio *default mode*. Si tratta, comunque, di modelli consistenti poiché, partendo da un approccio dicotomico (l'unico empiricamente osservabile), si è giunti alla formulazione di un legame analitico tra dati empirici e *loss distribution* di portafoglio. Infatti, qualsiasi approccio che si voglia qualificare come scientifico deve poter essere empiricamente validato: questo è il motivo per cui, quando si parla di rischio di credito, il ruolo centrale attorno al quale orbitano l'intera questione deve essere la variabile casuale bernoulliana che descrive gli unici due eventi osservabili. Per il resto si tratta solamente di categorie logiche. La principale categoria logica è quella di supporre che all'interno dell'intervallo temporale di riferimento possano verificarsi una molteplicità di eventi intermedi a quelli descritti dalla v.c. bernoulliana. Più in particolare, si assume che il merito di credito della controparte possa modificarsi (*upgrading* o *downgrading*). In tali circostanze la controparte rimane solvente, ma varia la percezione del mercato circa la sua rischiosità. In questo modo, si procede ad una segmentazione della variabile discreta dicotomica in una variabile casuale discreta che tenga conto della possibilità di un numero maggiore di eventi, in questo caso interpretabili come tutte le classi di *rating* che potenzialmente possono essere attribuite alla controparte.

A questo punto è necessario chiedersi innanzitutto come la probabilità dell'evento "*solvibilità*" si distribuisca tra i vari stati che rappresentano le classi di *rating*. A tal proposito, ci si aspetta che la massa di probabilità più rilevante sia quella associata all'evento che la controparte mantenga inalterata la propria classe di *rating*, ovvero che non non si verifichino eventi tali da modificare il merito di credito della controparte nel corso del periodo di riferimento. Oltre a questa, poi, è possibile aspettarsi che vi siano masse di probabilità minori relative agli eventi "*downgrade*" e "*upgrade*" che rappresentano la possibilità di eventi in grado rispettivamente di incidere negativamente e positivamente sul merito creditizio della controparte.

Si nota che, se la controparte si trova in una specifica classe di *rating* all'inizio di periodo di riferimento, la massa di probabilità associata l'evento che la controparte mantenga la propria classe di *rating* è maggiore rispetto al quelle relative ad una diminuzione o ad un aumento di uno o più *notch*. Quindi, per ogni classe di partenza, vi deve essere una diversa distribuzione di probabilità. Tale informazioni possono essere sintetizzate in un'apposita rappresentazione detta "matrice di transizione" o "*transition matrix*". Essa, brevemente, si compone assegnando alle righe i valori delle classi di *rating* correnti e alle colonne i valori relativi alle classi di *rating* possibili, nonché il *default*. Pertanto, la dimensione della matrice è pari a $(n \times (n+1))$, in cui n rappresenta il numero delle classi di *rating*. In questo modo, ogni incrocio rappresenta la probabilità di una determinata classe di *rating* data una classe di *rating* iniziale, mentre i valori della colonna dei *default* rappresentano generalmente i valori centrali del range

Initial Rating	Rating class at year-end							
	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	Default
AAA	**90.81**	8.33	0.68	0.06	0.12	0.00	0.00	0.00
AA	0.70	**90.65**	7.79	0.64	0.06	0.14	0.02	0.00
A	0.09	2.27	**91.05**	5.52	0.74	0.26	0.01	0.06
BBB	0.02	0.33	5.95	**86.93**	5.30	1.17	0.12	0.18
BB	0.03	0.14	0.67	7.73	**80.53**	8.84	1.00	1.06
B	0.00	0.11	0.24	0.43	6.48	**83.46**	4.07	5.20
CCC	0.22	0.00	0.22	1.30	2.38	11.24	**64.86**	19.79

Tabella 4.1: *One-Year Rating Transition matrix* (%) (fonte: S&P's [92] e Gupton, Finger e Bhatia [49])

della probabilità di insolvenza assegnata alla classe di *rating* attuale. Intuitivamente, questi ultimi valori diminuiscono al peggiorare della classe di *rating* attuale della controparte. Come risulta altrettanto evidente, ogni cella rappresenta una probabilità condizionata di un evento (*downgrade/upgrade* di un certo numero di *notch* e insolvenza) data un'informazione iniziale osservata e certa. In aggiunta, per costruzione gli incroci che determinano la diagonale centrale della matrice di transizione contengono le probabilità dell'evento "stabilità", ovvero dell'evento in cui la controparte mantiene la propria classe di *rating* per l'intero periodo di tempo futuro verso cui l'analisi è rivolta. Analogamente, la matrice triangolare superiore rappresenta lo spazio degli eventi e le relative probabilità di un declassamento del *rating* di un certo numero di *notch*, mentre la matrice triangolare inferiore rappresenta lo spazio degli eventi e le relative probabilità di un miglioramento della classe di *rating*. Ancora, ogni riga della matrice rappresenta la distribuzione di probabilità degli eventi possibili data una classe di *rating* iniziale.

A questo punto è possibile osservare che, procedendo secondo l'approccio *default mode*, si necessiterebbe unicamente dei dati contenuti della colonna che contiene le probabilità di *default* data la classe di *rating* attuale delle controparti: essi, infatti, permetterebbero di definire l'unico parametro che descrive le v.c. bernoulliane, ovvero la probabilità dell'evento "insolvenza". Contrariamente, qualora si seguisse l'approccio *mark to market*, si necessita di tutte le informazioni contenute nella matrice di transizione, poiché l'obiettivo è quello di ottenere distribuzioni multinomiali. In questo caso, il fatto che la maggior parte delle masse di probabilità sia da ricondurre a nessuna variazione nella classe di *rating* implica che nella matrice di transizione la maggior parte delle masse di probabilità sia concentrato sulla sua diagonale principale. Soffermando-

si esclusivamente su una riga della tabella, gli eventi a sinistra del valore appartenente alla diagonale principale rappresentano gli *upgrade*, mentre quelli che si posizionano a destra dello stesso valore rappresentano i *downgrade*. Né consegue che, dato il *rating* iniziale, la corrispondente riga della matrice rappresenta la distribuzione multimodale discreta che consente di rappresentare il profilo di rischio della controparte in ottica *mark to market*. Seguendo l'approccio *default mode*, la sommatoria di tutti i valori della riga eccetto l'ultimo rappresenta la probabilità dell'evento "solvibilità" ($1 - \text{PD}$), mentre il singolo dato dell'ultima colonna della riga rappresenta, come già detto, la probabilità di *default* della controparte (PD). Ciò implica che i due dati ottenuti sommino necessariamente a 1, conformemente a quanto richiede la teoria delle probabilità.

Infine, per quanto riguarda le modalità di stima dei valori della matrice di transizione, si procede dall'osservazione empirica delle frequenze con cui, nell'arco di un dato intervallo temporale, le controparti emittenti strumenti finanziari liquidi sul mercato vedono un miglioramento o un peggioramento della propria classe di *rating* o la mantengono inalterata. In questo modo, ogni considerazione assume rilievo empirico, osservabile e verificabile.

Detto ciò, se si segue l'approccio *mark to market*, si deve procedere rappresentando il profilo di rischio della posizione soggetta a rischio di credito in termini di distribuzione di prezzo (e non in termini di distribuzione di perdita come nel caso dell'approccio *default mode*). Per fare ciò, occorre considerare entrambe le curve di *profit* e di *loss*. E' necessario specificare che, in questo caso, si ragiona in termini di prezzi semplicemente perché il rendimento non si è in grado di definirlo. Infatti, è possibile definire la distribuzione dei prezzi poiché si è nelle condizioni di esplicitare la distribuzione dei possibili stati di *rating* della controparte. In altri termini, a partire da quest'ultima, è possibile attribuire ad ogni stato il relativo prezzo, che deriva dallo *spread* associato ad ogni classe di *rating*. Tale *spread*, infatti, rappresenta il premio al rischio richiesto dal mercato per acquistare uno strumento liquido emesso da una controparte assegnataria di uno specifico *rating*. Più in particolare, lo *spread* definisce il tasso che permette di scontare il *cash flow* di uno strumento soggetto a rischio di credito, data la struttura per scadenza dei tassi d'interesse di mercato. In pratica, tanto maggiore è il rischio associato alla controparte, tanto maggiori sono lo *spread* ed il tasso di sconto. Ciò permette di affermare che, attualizzando un flusso di cassa ad un tasso elevato, si ottiene un valore di prezzo inferiore. Seguendo ragionamenti analoghi, infine, è possibile concludere che un tasso di sconto basso (e, quindi, uno *spread* basso) comportano valori di prezzo elevati. A conferma di quanto precedentemente detto, è possibile osservare dalla Figura 4.3 e dalla Tabella 4.2 come i prezzi dei titoli diminuiscano al peggiorare della classe di *rating* dell'emittente secondo una relazione monotona decrescente.

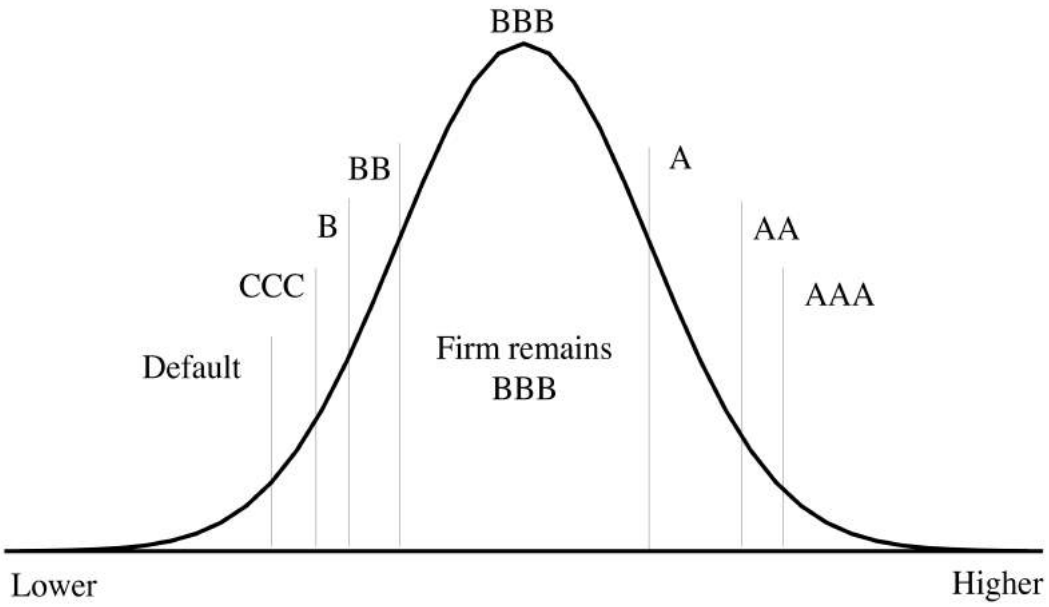


Figura 4.3: *Value of BBB firm at horizon date* (fonte: Gupton, Finger e Bhatia [49]).

Rating	Coupon	Forward Value	Total Value
AAA	6.00	103.37	109.37
AA	6.00	103.10	100.10
A	6.00	102.66	108.66
BBB	6.00	101.55	107.55
BB	6.00	96.02	102.02
B	6.00	92.10	98.10
CCC	6.00	77.64	83.64
Default	n.a.	51.13	51.13

Tabella 4.2: *Year-end values after credit rating migration from BBB ($) (fonte: Gupton, Finger e Bhatia [49])*

4.3.1 Considerazioni sul tasso di sconto

Per quanto riguarda, invece, la struttura a termine dei tassi d'interesse, è necessario fare delle precisazioni che derivano dall'osservazione dei tassi d'interesse empirici praticati alle controparti secondo la classe di *rating* di appartenenza. In particolare emerge che le curve di differenziano solamente per le controparti poste al dì sotto dell'*investment grade*. Ciò è una conseguenza tipica dell'auto-realizzazione dei merca-

ti, ovvero della circostanza per la quale i mercati si conformano al modo di pensare dei *partecipant*. In particolar modo, questi ultimi, generalmente, non ragionano per classi di *rating*, ma suddividendo le controparti in *investment grade* e in *speculative grade*. I titoli *investment grade* sono titoli che gli operatori ritengono a rischio contenuto tanto che per questi non è così importante differenziare le esposizioni in termini di profilo rischio-rendimento. Contrariamente, per quanto riguarda i titoli *speculative grade*, per gli operatori la distinzione ha senso per via dell'ampio rischio che essi comportano.

Un altro aspetto fondamentale della questione riguarda il prezzo determinato con il modello di attualizzazione dei flussi di cassa. In particolare, applicando questi modelli servendosi della curva dei tassi *spot*, si determina il prezzo del titolo al momento attuale; tuttavia, la conoscenza di tale valore quando si parla di misurazione del rischio è assolutamente priva di alcuna utilità pratica. Si è detto, infatti, che l'obiettivo è quello di determinare il prezzo del titolo per ogni merito creditizio possibile futuro della controparte. Né consegue che non si dovranno scontare i *cash flow* all'istante attuale, ma all'istante ultimo del periodo di riferimento dell'analisi. Pertanto sarà necessario adottare la curva dei tassi *forward* implicita nei tassi *spot*. Infatti, se si utilizzasse quest'ultima, si farebbe *pricing* dello strumento quando l'obiettivo finale è diverso.

Ciò consente di evidenziare una caratteristica fondamentale che differenzia l'analisi del rischio dal *pricing*, poiché dal punto di vista dell'analisi dei rischi non ha alcuna rilevanza la conoscenza del livello attuale dei prezzi visto che l'istante di riferimento dell'analisi è proiettato nel futuro rispetto alla data attuale in cui l'analisi stessa è condotta. L'analisi del rischio, in altri termini, non è volta ad identificare opportunità di investimento attuali, ma si pone l'obiettivo di valutare l'aleatorietà futura. Ciò non avviene con riferimento all'attività di *pricing* che ha lo scopo di rapportare la quotazione corrente di mercato dello strumento al suo prezzo teorico di modello, allo scopo di evidenziare eventuali scostamenti tali da giustificare scelte correnti di investimento o di disinvestimento. In altre parole, l'analisi del rischio ha senso quando bisogna analizzare l'aleatorietà insita nelle realizzazioni future di una variabile casuale; se si ragionasse in termini attuali, infatti, la realizzazione di tale variabile casuale sarebbe osservabile, escludendo così ogni fonte di aleatorietà. Ancora, nell'attività di *pricing*, per le ragioni suddette, non ha senso considerare la componente della volatilità; contrariamente, ciò è assolutamente sensato se si vuole stimare il prezzo di un titolo ad una data futura. Ciò che cambia, pertanto, non è la logica dell'attualizzazione dei flussi di cassa, ma alcuni aspetti tecnici del calcolo e della formulazione del *pricing*.

4.3.2 La forma distributiva del *market value*

Per quanto riguarda la forma distributiva dei prezzi futuri di uno strumento finanziario soggetto a rischio di credito, essa è accentrata con il valore modale in corrispondenza del prezzo associato al merito di credito attuale. Tale distribuzione, inoltre, presenta una coda destra molto contenuta a rappresentare i possibili stati del mondo in cui l'emittente vede migliorare la propria classe di *rating* con conseguente diminuzione dello *spread* e aumento del prezzo dello strumento. Invece, con riferimento alla coda sinistra, essa rappresenta sia le masse di probabilità degli eventi relativi ad un'eventuale *downgrade* dell'emittente e sia di quelli relativi al *default*. Brevemente, la maggiore estensione della coda sinistra della distribuzione deve ritenersi dovuta all'aleatorietà insita nel *Recovery Rate*, la cui influenza si manifesta in caso di *default* della controparte. Detto ciò, è possibile concludere che il merito creditizio della controparte spiega i movimenti del prezzo del titolo nella parte destra della distribuzione (solvibilità dell'emittente), mentre il *Recovery Rate* lo fa per la parte sinistra (insolvenza dell'emittente). Né consegue che, nel primo caso, il prezzo del titolo sarà dato la merito di credito della controparte; mentre, in caso di insolvenza della controparte, il prezzo sconterà l'aleatorietà del processo di recupero. Pertanto, più la distribuzione beta che descrive il *Recovery Rate* tenderà a degenerare in una distribuzione uniforme, tanto maggiore sarà l'estensione della coda sinistra della distribuzione del prezzo del titolo. In altre parole, maggiore è la *seniority* dell'esposizione, tanto più la distribuzione del RR tenderà ad una distribuzione uniforme e tanto maggiore sarà l'alea connessa ai possibili esiti futuri del processo di recupero (cfr. Sezione 3.3).

Capitolo 5

Modelli di portafoglio

5.1 Considerazioni preliminari sui modelli di portafoglio

Prima di entrare nel merito dei modelli di portafoglio oggetto del presente Capitolo, è necessario soffermarsi su due questioni preliminari:

a) l'esplicitazione del livello di confidenza necessario per il calcolo delle misure di rischio;

b) la scelta dell'orizzonte temporale di riferimento indispensabile per la stima della distribuzione del valore *forward* di portafoglio.

Tali aspetti, in verità, dovrebbero essere valutati anche alla luce della necessità di integrare la misurazione del rischio di credito con la misurazione degli altri rischi cui gli intermediari creditizi sono esposti al fine di pervenire a misure di rischio coerenti tra loro. Tuttavia, tale questione non è compresa tra le finalità del presente lavoro e, pertanto, sarà trascurata.

Nelle successive Sezioni 5.1.1 e 5.1.2 saranno trattate gli aspetti connessi alle scelte precedentemente elencate, evidenziandone le conseguenze rilevanti ai soli fini della misurazione e della gestione del rischio di credito, comprese anche le attività di *pricing* delle esposizioni, di misurazione delle performance corrette per il rischio e di *capital allocation*.

5.1.1 Il livello di confidenza

La decisione relativa all'esplicitazione del livello di confidenza deve essere analizzata tenendo conto della forma distributiva delle perdite o del valore *forward* dei portafogli creditizi. Come già detto nella Sezione 4.3.2, le distribuzioni di probabilità di tali portafogli presentano un effetto *fat tails* (leptocurtosi) un'asimmetria molto accentuati. Conseguentemente, l'esplicitazione del livello di confidenza si ripercuote in

modo molto sensibile sul valore della relativa misura di rischio o, meglio, variazioni molto contenute del valore di α sono amplificate dalle caratteristiche della distribuzione per poi impattare in modo molto evidente sul calcolo del VaR (cfr. Sezione 2.2 e Appendice A).

Ovviamente, per completezza, è necessario evidenziare come tali considerazioni debbano necessariamente scontrarsi con le disposizioni di vigilanza in materia che, come noto, pongono vincoli stringenti sul livello di confidenza necessario per procedere al calcolo delle misure di rischio.

5.1.2 L'orizzonte temporale

La scelta dell'orizzonte temporale di riferimento è una decisione complessa per via della molteplicità dei fattori rilevanti. Senza pretese di esaustività, la Tabella 5.1 alcuni tra i fattori più rilevanti che concorrono alla decisione, evidenziandone le esigenze rilevanti ed il relativo impatto sulla decisione finale. Sempre con riferimento alla Tabella 5.1, in questa sede, si ritiene utile anticipare che la prima colonna contiene attività strettamente connesse alla misurazione del rischio di credito di portafoglio e, per tale ragione, saranno trattati separatamente nei Capitoli 6 e 7 a cui si rimanda. Il fattore connesso alla "*coerenza prospettica tra esposizione al rischio e capacità di assumere rischio*" è stato, in verità, già anticipato nella Sezione 4.2.3, tuttavia la questione sarà ripresa anche in seguito. In definitiva, l'unica eccezione riguarda la misurazione dell'esposizione complessiva che riguarda direttamente aspetti connessi all'implementazione dei modelli di portafoglio e, per tale ragione, sarà oggetto della presente Sezione.

Dunque, come si vedrà nel seguito del presente Capitolo, in questa sede, l'orizzonte temporale di riferimento sarà fissato per convenzione ad un anno. Ciò, ovviamente, non significa che si tratti di una decisione applicabile universalmente e comunque valida. Tale scelta, infatti, è dovuta principalmente a due fattori, rispettivamente: il concorso di tutti i fattori rilevanti nella decisione ed esigenze di semplicità espositiva. Con riferimento a queste ultime, infatti, per estendere l'analisi a intervalli temporali multipli dell'anno sarebbe stato necessario introdurre l'assunzione (comunque verificata) di stazionarietà in covarianza del *data generating process* dei rendimenti logaritmici delle controparti (tale assunzione, unitamente all'assunzione di normalità, permette tra l'altro di affermare che i rendimenti si evolvono secondo un processo stazionario in senso forte). Inoltre, qualora si volesse fissare un orizzonte temporale inferiore all'anno, la trattazione si complicherebbe ulteriormente. Da ultimo, come si vedrà in seguito, un'orizzonte temporale annuale semplifica alcuni calcoli poiché, sotto tale ipotesi, è possibile affermare che la capitalizzazione composta sia sostanzialmente equiparabile alla capitalizzazione continua nel momento in cui si attualizzano i flussi

Obiettivi dell'analisi	**Aspetti determinanti nella formulazione della scelta**	**Durata dell'orizzonte temporale**
Misurazione dell'esposizione complessiva al rischio di credito	Scadenza residua della singola esposizione o diverso periodo presunto dall'intermediario	Orizzonte temporale variabile (scadenza totale, scadenza residua o *holding period* previsto)
Pricing delle singole esposizioni creditizie	Scadenza totale o residua, *holding period* previsto e frequenza di monitoraggio delle esposizioni in essere	Orizzonte temporale variabile a seconda della liquidità del portafoglio e delle prassi operative
Misurazione delle performance corrette per il rischio (creazione di valore)	Termine ultimo di pianificazione e programmazione strategica e frequenza di formulazione e di revisione degli obiettivi complessivi	Frequenza di monitoraggio delle performance a consuntivo, di riformulazione del budget e dell'informazione periodica da rendere al mercato
Capital allocation e valutazione delle performance aggiustate per il rischio delle unità di business	Frequenza di valutazione delle performance delle unità di business e di revisione dell'attività di *capital budgeting*	Frequenza di monitoraggio delle performance a consuntivo e di revisione della quantità di capitale allocato presso le *business units*
Coerenza prospettica tra esposizione al rischio e capacità di assumere rischio	Frequenza di pianificazione e programmazione strategica e delle segnalazioni richieste dall'*authority*	Frequenza della formulazione delle decisioni di finanziamento e di impiego, nonché periodicità di invio della matrice dei conti diversa per tipologia dei dati trasmessi

Tabella 5.1: *Esigenze connesse alla scelta dell'orizzonte temporale*

di cassa futuri associati alle singole esposizioni in portafoglio.

Passando oltre, così come accade per le decisioni relative al livello di confidenza, l'esplicitazione dell'intervallo temporale di riferimento impatta sul calcolo delle misure di rischio. In verità, la spiegazione è, in questo caso, concettualmente più semplice poiché è chiaro che a un intervallo temporale maggiore consegue un aumento del rischio e quindi un aumento della relativa misura di rischio. Ciò è assicurato dai requisiti generali richiesti per le misure di rischio ed, in particolare, dal rispetto degli Assiomi T, PH ed M formulati da Artzner, Delbaen, Eber e Heath [13] per le misure di rischio coerenti (cfr. Sezione 2.1)[1].

[1]Sul punto di assoluto rilievo sono anche gli studi di Delbaen [34] e di Frittelli e Rosazza [45] poiché il primo si è preoccupato di estendere e generalizzare i risultati di Artzner, Delbaen, Eber e Heath [13], mentre i secondi di riordinare e di organizzare la questione connessa alle misure di rischio in generale.

Passando oltre, come evidenziano Resti e Sironi [88], l'intervallo di riferimento, oltre ad essere mantenuto costante per assicurare la coerenza tra tutte le componenti e le fasi di applicazione del modello, deve tener conto di aspetti quali:

a) il grado di liquidità del mercato in cui eventualmente è possibile cedere le esposizioni,

b) l'*holding period* previsto dalla banca o, in altri termini, la rotazione del portafoglio.

Ai fini del presente lavoro, tuttavia, si tratta di aspetti che non saranno ulteriormente approfonditi poiché il primo, ammesso che effettivamente sussista un mercato per le esposizioni detenute, è connesso al rischio di liquidità mentre il secondo riguarda molto da vicino aspetti strategici e relativi al modello di business dell'intermediario (*originated-and-hold* e *originated-to-distribute*).

Un fattore ulteriore che impatta sulla scelta dell'orizzonte temporale di riferimento riguarda la durata residua delle esposizioni che compongono il portafoglio infatti, a fronte della necessità di contenere la complessità e di assicurare la coerenza di modello fissando un orizzonte temporale unico per tutte le esposizioni, le esposizioni con *maturity* maggiore sono inevitabilmente più rischiose delle altre. Da qui, l'esigenza di condurre l'analisi con un riferimento temporale adeguato alla durata del credito poiché, in un mondo ideale, il rischio di credito dovrebbe essere valutato per tutta la durata dello stesso, soprattutto in caso di esposizioni illiquide o dotate di un mercato non sufficientemente liquido, ossia tale da permettere di smobilizzare la posizione in modo efficace ed efficiente. Tale esigenza, ovvero la necessità teorica di assicurare coincidenza tra *maturity* e orizzonte di riferimento, si ha anche per le esposizioni con scadenza residua prossima nel tempo. Ciò determina un disallineamento nelle forze che concorrono a determinare la scelta per via della diversa vita residua delle esposizioni in portafoglio. Pertanto, fissare un'orizzonte temporale definito e costante, in qualche modo, conduce a distorcere a rialzo la stima del rischio per le esposizioni con vita residua breve e a ribasso per quelle con *maturity* elevata.

Per concludere, stabilire un'orizzonte temporale di un anno può essere giustificato sulla base degli altri fattori riportati in Tabella 5.1, nonché di altri aspetti connessi alla corretta applicazione dei modelli di portafoglio oggetto del presente Capitolo. Tali giustificazioni, in particolare, sono riconducibili a:

a) alla frequenza annuale dell'informativa di bilancio e del periodo di riferimento per il calcolo del reddito a fini dell'imposizione fiscale;

b) al riferimento annuale sulla base del quale vengono stimate le componenti elementari del rischio di credito (PD, EAD e RR);

c) alla frequenza di calcolo e di allocazione del capitale economico, alla durata dei budget e alla misurazione delle performance aggiustate per il rischio;

d) alla frequenza di revisione dei tassi praticati alla clientela per rispondere e adeguarsi alle mutate condizioni di mercato e all'evoluzione del portafoglio complessivamente detenuto;

e) alla frequenza massima richiesta per evidenziare scostamenti tra dotazione patrimoniale e assunzione del rischio attuali e prospettici in tempo per porre in essere adeguati azioni correttive, se necessarie.

5.1.3 I modelli di portafoglio

Nelle successive Sezioni 5.2 e 5.3 si presenteranno i modelli per portafogli di esposizioni creditizie *CreditMetrics*™ e *PortfolioManager*™, a loro volta commercializzati da J.P. Morgan e da Moody's KMV. La Tabella 5.2 evidenzia le principali differenze tra i due modelli. Ogni aspetto sarà approfondito in modo più analitico nelle Sezioni appositamente previste nel seguito del presente Capitolo.

Brevemente, si tratta, in entrambi i casi, di modelli *mark-to-market* che si basano sui risultati ottenuti da Merton [75] ma che si differenziano sostanzialmente nella struttura di base.

CreditMetrics™ e *PortfolioManager*™, comunque, non rappresentano l'intero universo dei modelli di portafoglio. Giusto per citare i più famosi, altri modelli sono *CreditPortfolioView*™ sviluppato da Wilson [100, 101] per McKinsey e *CreditRisk+*™ sviluppato e commercializzato da Credit Suisse Financial Product [31]. Per un introduzione sui modelli citati è possibile fare riferimento ai lavori di Barro [19] e di Nardon [83].

5.2 Il modello *CreditMetrics*™ di JP Morgan

5.2.1 Aspetti generali

Il modello *CreditMetrics*™ costituisce, di certo, uno dei modelli di portafoglio più noti. Esso è stato sviluppato da Gupton, Finger e Bhatia [49] nel 1997 e, in origine, introdotto da J.P. Morgan.

Brevemente, *CreditMetrics*™ è un modello finalizzato alla stima della distribuzione di valore di un portafoglio di esposizioni soggette al rischio di credito tenendo conto della dipendenza tra il merito creditizio delle controparti (cfr. Gupton, Finger e Bhatia

Caratteristiche del modello	***CreditMetrics*™ di J.P. Morgan**	***PortfolioManager*™ di Moody's KMV**
Tipologia di rischio oggetto di stima	Rischio di *default*, di migrazione e di recupero	Rischio di *default*, di migrazione e di recupero
Metodo di misurazione del rischio e unità di misura adottata	Variazioni nel valore futuro di mercato (prezzo) delle esposizioni	Perdite dovute al *downgrade* del *rating* e al *default* della controparte
Metriche per la determinazione del rischio di *default* e di migrazione	*Rating class*	*Distance to Default*™ e *Default Point*™
Tipologia di matrici di transizione utilizzate nell'applicazione del modello	Matrici di transizione basate su dati storici (c.d. *historical data*)	Matrici di transizione stimate sulla base di un modello strutturale
Approccio per la stima delle dipendenze tra le esposizioni in portafoglio	Modello multifattoriale: esplicitazione della dipendenza ad un fattore comune rappresentato da indici azionari o settoriali (*asset correlation*)	Modello multifattoriale: esplicitazione della dipendenza ad un fattore comune rappresentato da indici azionari o settoriali (*asset correlation*)
Approccio per la stima del rischio di recupero	Deterministico o stocastico attraverso la modellazione del *recovery rate* su una distribuzione beta	Unicamente stocastico attraverso la modellazione del *recovery rate* su una distribuzione beta
Sensibilità all'andamento economico generale	Attraverso l'osservazione di una maggior frequenza dei *default* empirici e *downgrading* del *rating*	Attraverso l'aumento delle *Expected Default Frequency*™ (EDF™)
Metodo analitico di stima	Simulazioni col metodo Montecarlo	Simulazioni col metodo Montecarlo

Tabella 5.2: *Confronto tra modelli di portafoglio*

[49, p. 5]). La conoscenza di tale distribuzione, a sua volta, consente il calcolo delle perdite attese e inattese: le prime attraverso la stima del valore medio della distribuzione di perdita e le seconde attraverso il calcolo della *standard deviation* delle perdite e dell'*alpha*-percentile della medesima distribuzione (VaR) (cfr. JP Morgan [61, p. 8])[2].

CreditMetrics™, inoltre, è un modello *mark to market*[3] sensibile anche al rischio di migrazione[4], è non solo al rischio di insolvenza. Crouhy, Galai e Mark [33], per descrivere tale approccio, parlano di "*credit migration approach*". Tale locuzione, a parere di chi scrive, si sofferma in modo molto efficace sull'obiettivo principale per cui *Cre-*

[2]Per la trattazione del *Value at Risk* e, più in generale, delle misure di rischio vedere Capitolo 2 e Appendice A.

[3]Per approfondimenti sull'approccio *mark to market* vedere Sezione 4.3.

[4]Per approfondimenti sulle componenti del rischio di credito e sul rischio di migrazione vedere Sezione 1.2.

ditMetrics™ è stato ideato, ovvero sulla finalità di catturare anche la dimensione del rischio di credito relativa alle variazioni di valore delle esposizioni creditizie dovute ad alterazioni del merito creditizio delle rispettive controparti.

Un'ulteriore aspetto degno di nota riguarda la natura dell'output di *CreditMetrics*™. infatti, è possibile affermare che la distribuzione di valore di portafoglio stimata sia *forward-looking* o, in altri termini, per quanto possibile orientata a prevedere eventi creditizi futuri attraverso l'uso di dati di mercato oggettivi e prospettivi. Si tratta di un aspetto assolutamente degno di nota visto l'elevato dinamismo dei mercati finanziari e la necessità per gli intermediari di individuare quanto più rapidamente possibile variazioni nella rischiosità del proprio portafoglio e nel relativo assorbimento patrimoniale. Tale caratteristica assume rilevanza in almeno tre ambiti, ovvero:

a) nel rapporto con la la vigilanza, ovvero nella capacità prospettica dell'intermediario di individuare tempestivamente un eventuale aumento del livello di rischio del proprio portafoglio in ottica del rispetto dei requisiti patrimoniali minimi richiesti;

b) ai fini di pianificazione strategica, programmazione e controllo e di gestione del rischio in quanto il carattere *forward-looking* permette di individuare rapidamente scostamenti significativi rispetto agli obiettivi pianificati e a correggere la strategia ed il portafoglio in modo tale da assicurare coerenza tra dotazione patrimoniale ed esposizione al rischio sia in termini attuali e sia in termini prospettici;

c) nel rapporto tra singolo intermediario e la concorrenza poiché, chiaramente, la capacità di individuare precocemente i settori del mercato più a rischio o le esposizioni in portafoglio a maggior rischio di deterioramento determina un vantaggio competitivo non trascurabile sia nel momento in cui si valuta per la prima volta l'eventualità di assumere rischi ulteriori e sia in sede di controllo e monitoraggio del portafoglio in essere.

Per quanto riguarda l'ambito di applicazione del modello oggetto di trattazione, *CreditMetrics*™ è applicabile ad un portafoglio di esposizioni creditizie composto tanto da titoli di debito, quanto da prestiti. Pertanto, è possibile affermare che il modello sia applicabile ai prodotti liquidi (*bonds*) e a prodotti illiquidi (*loans*). Come risulterà evidente, anche quest'ultimo rappresenta un aspetto di non poco conto in quanto consente agli intermediari di ottenere una rappresentazione probabilistica complessiva della propria esposizione al rischio, prescindendo dalla forma tecnica dell'esposizione medesima.

5.2.2 Caratteristiche e limitazioni del modello

Come evidenziato nella Sezione 5.2.1, *CreditMetrics*™ è un modello che segue il c.d. *credit migration approach* e, pertanto, si basa sulle probabilità di migrazione delle controparti da una classe di *rating* ad un'altra, dati un livello di confidenza e un'orizzonte temporale di riferimento. In aggiunta, le probabilità di migrazione comprendono anche lo stato di insolvenza della controparte. Quest'ultimo, a differenza di tutti gli altri, costituisce uno "stato assorbente" nel senso che una volta verificatosi il *default* non è contemplata alcuna possibilità per la controparte di ritorno negli stati di solvibilità rappresentati dalle classi di *rating*.

Detto questo, risulta evidente come il fondamento informativo a partire dal quale si sviluppa il modello oggetto di analisi è rappresentato dalla matrice di transizione, di cui si è precedentemente discusso nella Sezione 4.3.

L'output del modello è la distribuzione futura del valore di mercato di un portafoglio di esposizioni creditizie composto tra obbligazioni e prestiti[5]. Tale risultato è utilizzabile dagli intermediari anche per finalità diverse dalla misurazione del rischio di credito come, ad esempio, il *pricing* delle esposizioni creditizie, il calcolo delle *Risk Adjusted Performance* (RAP) e la *capital allocation* (cfr. rispettivamente Capitoli 6 e 7).

Passando oltre, in *CreditMetrics*™ si assume che le variazioni di valore delle esposizioni sono dovute unicamente a variazioni del merito creditizio (*credit quality*) delle controparti e che la struttura a scadenza dei tassi d'interesse si evolva in modo deterministico. Conseguentemente i tassi *forward*, e conseguentemente i relativi *spread* rispetto ai *forward risk-free rate* di pari scadenza, applicati per scontare i flussi di cassa delle esposizioni sono dovuti, per assunzione implicita, unicamente alle migrazioni possibili della controparte. Ciò equivale a dire che il modello non è sensibile alle oscillazioni degli *spread* di mercato dovute a cause "esogene", ovvero a fenomeni riconducibili al rischio di mercato. Ancora, in altri termini, tale assunzione implica che il modello non riconosca la connessione tra rischio di credito e rischio di mercato e, dunque, neghi che vi siano cause ulteriori dovute al mercato che concorrono alla determinazione sul mercato degli *spread* osservati.

Un'implicazione ulteriore che deriva della assunzioni di cui sopra riguarda la perfetta corrispondenza tra classi di *rating* e *spread* applicati per l'attualizzazione dei *cash flow* connessi alle esposizioni in portafoglio. Più in particolare, tale corrispondenza

[5] Le caratteristiche delle distribuzioni di prezzo ottenute tramite l'applicazione di modelli *mark to market* per portafogli di esposizioni soggette a rischio di credito sono state analizzate nella Sezione 4.3 a cui si rinvia.

implica che il modello non consideri il disallineamento temporale tra migrazione della controparte ad altra classe di *rating* ed effettiva manifestazione degli effetti della migrazione dovuta alla concorrenza tra le forze di domanda e offerta che agiscono sul mercato. Quest'ultima, in effetti, si verifica con una certa tendenza anticipatoria rispetto all'effettiva migrazione del *rating* ad opera delle Agenzie. Sul punto, infatti, studi empirici condotti da Moody's hanno dimostrato che gli effetti sul mercato si verificano generalmente con un anticipo di circa un anno rispetto rispetto all'effettivo *up/downgrading* del *rating*. Per tale ragione, è possibile affermare che *CreditMetrics*™ porti a risultati migliori qualora l'intermediario adotti un sistema di *rating* del tipo *point-in-time* (PiT)[6].

Prima di passare alla trattazione dell'effettiva struttura del modello, l'ultima considerazione che si ritiene doverosa riguarda l'assunzione relativa all'*exposure at default*. Sul punto, in *CreditMetrics*™ , si assume che l'EAD sia deterministica e pari al valore *forward* dell'esposizione ottenuto attualizzando i flussi di cassa rischiosi servendosi della curva dei tassi *forward* rischiosi. Tale assunzione, evidentemente, è strettamente connessa alle precedenti, soprattutto all'assenza di influenza dei fattori di mercato sugli *spread*.

5.2.3 La struttura del modello

Per quanto riguarda la struttura del modello, *CreditMetrics*™ si compone di quattro parti concettualmente distinte. Tali componenti sono rappresentate in Figura 5.1 e sono relative alla stima:

a) delle probabilità di *default* e di migrazione, della classe di *rating* delle controparti, dei relativi *spread* e del *recovery rate* (*Value at Risk due to Credit*);

b) delle correlazioni tra le controparti (*Correlations*);

c) della distribuzione del valore di mercato del portafoglio e del relativo *credit* VaR (*Portfolio Value at Risk due to Credit*);

d) del valore dell'esposizione (*Exposures*).

Di certo, le componenti del modello *sub* a), b) e c) sono quelle di maggior rilevanza poiché, come già detto, *CreditMetrics*™ assume che il valore dell'esposizione possa

[6]Un sistema di *rating* del tipo *point-in-time*, in sintesi, è un sistema di *rating* che produce stime della probabilità di insolvenza di una controparte tenendo conto del ciclo economico generale. In questo modo i valori stimati sono risultano sensibili a variazioni macroeconomiche di breve periodo. L'opposto dei sistemi di *point-in-time* è rappresentato dai sistemi *through-the-cycle*, i quali non prevedono alcun parametro che condizioni la stima della PD all'andamento economico generale. La trattazione dei sistemi di *rating* non rientra tra le finalità del presente lavoro, pertanto per approfondimenti non si può che rimandare al lavoro di Resti e Sironi [88], di Hull [55] e di Cesaroni [28, p. 5-7].

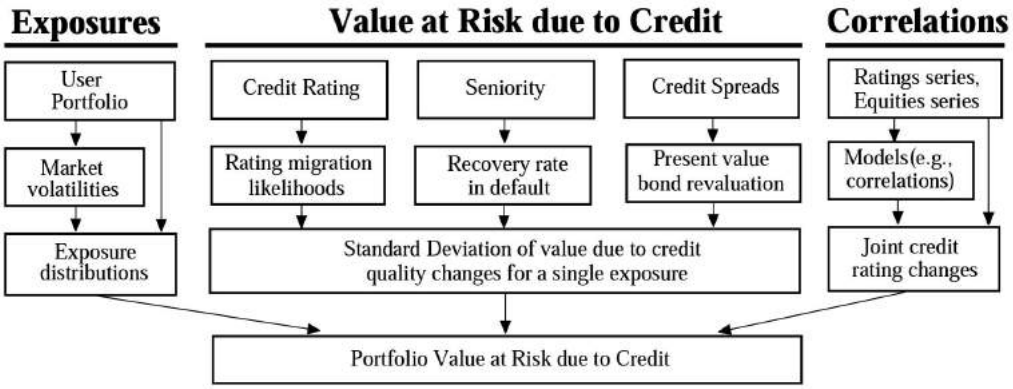


Figura 5.1: *CreditMetrics™ - Schema riassuntivo* (fonte: Gupton, Finger e Bhatia [49])

essere derivato in modo deterministico a partire dalla curva dei tassi *forward*. In Figura 5.1 si riporta una rappresentazione della struttura di base del modello così come originariamente proposto dagli stessi Autori nel 1997.

Seguendo lo stesso approccio di Gupton, Finger e Bhatia [49] in *"CreditMetrics™ - Technical Document"* e di JP Morgan [61] in *"Introduction to CreditMetrics™"*, si ritiene utile, se non necessario procedere separatamente alla trattazione delle componenti del modello, eccetto la componente relativa al calcolo del valore dell'esposizione poiché si ritiene sufficiente quanto già si è detto.

5.2.3.1 Valutazione della singola esposizione

La finalità della componente del modello oggetto della presente Sezione è quella di determinare il VaR dovuto al rischio di credito della singola esposizione. Tale misura, per chiarezza, è quella che, nell'ambito del presente lavoro, viene definita in modo ricorrente *stand-alone*, ovvero relativa all'i-esima esposizione senza tenere conto della struttura delle correlazioni e del relativo beneficio di diversificazione.

Tale fase richiede, in via preliminare, l'esplicitazione di alcuni parametri necessari alla corretta applicazione del modello in esame. Più in particolare, allo scopo di determinare la distribuzione del valore di mercato dell'i-esima posizione di rischio è necessario esplicitare dapprima:

a) il periodo temporale di riferimento, generalmente fissato in modo arbitrario ad un anno;

b) il sistema di *rating* adottato dall'intermediario[7];

c) la struttura dei tassi d'interesse *forward* per classe di *rating*.

Ulteriori precisazioni si rendono necessarie per le azioni *sub* a) e b), poiché da entrambe derivano altrettante assunzioni implicite nel modello che, a loro volta, costituiscono la causa di alcune sue limitazioni.

Con riferimento all'esplicitazione del periodo temporale di riferimento, tale decisione introduce una componente arbitraria nel modello poiché la *maturity* delle singole esposizioni non è ovviamente uniforme. Infatti, gli intermediari detengono posizioni di rischio differenziate sia per forma tecnica e sia per scadenza di rimborso; conseguentemente, la scelta di fissare l'orizzonte temporale di riferimento pari a un anno risulta sub-ottimale per esposizioni (soprattutto se illiquide) di durata particolarmente elevata e per esposizioni prossime alla scadenza o comunque negoziate in un mercato regolamentato che permette il pronto smobilizzo della posizione.

Per quanto riguarda l'esplicitazione del sistema di *rating* adottato, tale azione implica l'identificazione delle singole classi di *rating* e delle relative probabilità di migrazione e di *default*. Ciò, in altri termini, significa che *CreditMetrics*™ richiede l'esplicitazione della matrice di transizione per poter essere applicato. Da questo punto di vista, gli Autori hanno introdotto un'assunzione molto forte. Essi, infatti, assumono che vi sia perfetta omogeneità delle controparti appartenenti alla medesima *rating class*. In modo del tutto equivalente, tale assunzione implica che ogni controparte presenti le medesime probabilità di migrazione e di insolvenza e che, pertanto, a parità di ogni altra condizione, le esposizioni verso tali controparti abbiano la medesima distribuzione di prezzo.

Da ultimo, l'esplicitazione della struttura dei tassi *forward* per classe di *rating* è richiesta per l'applicazione del modello di *pricing* dell'esposizione, quest'ultimo basato sull'attualizzazione dei flussi di cassa futuri generati dall'esposizione[8].

Ritornando all'esplicitazione della matrice di transizione, essa può essere suddivisa in due sezioni:

a) la sezione relativa alle probabilità di migrazione, ovvero agli stati in cui la controparte rimane solvibile;

[7] Si è visto nella Sezione 5.2.2 che la tipologia di sistema di *rating* impatta sul livello di accuratezza del modello.

[8] Ulteriori considerazioni sul tasso di sconto e sui modelli di valutazione delle esposizioni sono state avanzate nella Sezione 4.3.1.

b) la sezione relativa alle probabilità di insolvenza, ovvero quella che contiene le probabilità del verificarsi dello stato "assorbente" in cui la controparte è in *default* e pertanto non è più in grado di pagare il proprio debito.

Per tutti gli eventi creditizi rientranti nella sezione *sub* a), è possibile determinare il valore di mercato dell'esposizione attraverso i modelli di *pricing* precedentemente richiamati. Contrariamente, per l'unico evento della sezione *sub* b), il verificarsi delle stato assorbente implica che la controparte non possa più ritornare verso le situazioni di solvibilità identificate dalle classi di *rating*. Ne deriva che, in questo caso, si ponga il problema di determinare l'ammontare dell'esposizione recuperabile, ossia il suo *recovery rate*. Quest'ultimo, in *CreditMetrics*™ è stimato a partire dai dati storici[9].

Da ultimo, per determinare la distribuzione delle variazioni di prezzo dell'i-esima esposizione *stand alone*, *CreditMetrics*™ prevedere il ricorso a simulazioni Montecarlo attraverso una procedura trattata nella Sezione 4.2.2.2 e facilmente estensibile ai modelli di portafoglio che seguono l'approccio *mark-to-market*. Per quanto riguarda la forma distributiva della variazione del valore di mercato dell'esposizione così stimata, si rimanda alle considerazioni riportate nella Sezione 4.3.2 che rimangono valide anche se riferite alla singola esposizione. L'unico aspetto che, in questa sede, si ritiene necessario richiamare riguarda la forte asimmetria sinistra che identifica maggiori masse di probabilità verso il *downside risk*, ovvero il rischio di *downgrade* del *rating* e il rischio di recupero in caso di insolvenza, e la leptocurtosi (c.d. effetto "*fat tails*"). Tale caratteristiche crea non poche complicazioni nel calcolo del VaR poiché, non essendo sostenibile l'ipotesi di normalità distributiva, non è sufficiente conoscere i primi due momenti, ma l'intera distribuzione delle variazioni intervenute nel valore di mercato dell'esposizione (o del portafoglio)[10].

5.2.3.2 Le correlazioni

Le affermazioni riportate nella Sezione 5.2.3.1, sono valide per le posizioni di rischio singolarmente considerate. Infatti, qualora si voglia ragionare in termini di portafoglio di esposizioni creditizie, è necessario porsi il problema di stimare la struttura delle correlazioni tra i il merito creditizio dell controparti. In generale, per quanto riguarda tale aspetto, si pongono una serie di problematiche relative al numero di coefficienti da stimare e al metodo da adottare per la stima. Tali aspetti sono senza dubbio connessi poiché esigenze relative alla disponibilità di capacità di calcolo richiedono, per quanto possibile, il contenimento dello sforzo computazionale, mentre esigenze connesse

[9] Alcuni approcci e modelli di stima del *recovery rate*, e quindi della *loss given default*, sono stati presentati nella Sezione 3.3.

[10] Si ricordi che la distribuzione normale è completamente descritta dai primi due momenti. Conseguentemente, rigettare l'ipotesi di normalità, in generale, implica che la conoscenza della media e della varianza del fenomeno oggetto di studio non sia un'informazione sufficiente.

all'applicazione e all'utilizzo del modello richiedono stime il più possibile accurate, anche in considerazione dell'elevata sensibilità di *CreditMetrics*™ alla struttura delle correlazioni tra le controparti. Tali questioni sono già state approfondite in termini generali nelle precedenti Sezioni 4.2.2.1 e 4.2.2.2 a cui si rimanda.

Prima di entrare nel merito del metodo utilizzato in *CreditMetrics*™ per la stima delle correlazioni, è necessario soffermarsi sulla natura di queste ultime. Ebbene, è evidente che, dal punto di vista teorico, possano assumere rilevanza almeno tre tipologie di correlazioni, ovvero:

a) la correlazione tra merito creditizio delle controparti in portafoglio poiché, accanto a fattori *firm-specific* che concorrono a determinare la capacità restitutiva della singola controparte, è possibile osservare anche fattori, come l'andamento economico generale e l'andamento del settore specifico di attività, che impattano congiuntamente, seppur in diversa misura, rispettivamente sui meriti creditizi di tutte le controparti e di quelle attive in un dato settore economico;

b) la correlazione tra *recovery rate* e merito creditizio della stessa controparte poiché è ragionevole ritenere che al deterioramento del merito creditizio della controparte segua anche una diminuzione del *recovery rate* dovuta sia a fattori specifici connessi alla diminuzione del patrimonio aziendale, sia a fattori sistemici legati alla diminuzione del valore e della qualità delle garanzie prestate in situazioni economiche o settoriali sfavorevoli;

c) la correlazione tra *exposure at default* e merito creditizio della medesima controparte in quanto è possibile sostenere che, come conseguenza del peggioramento del merito creditizio della controparte, l'indebitamento di quest'ultima tende ad aumentare, aggravando ulteriormente il rischio connesso all'esposizione[11].

Ritornando all'approccio alle correlazioni previsto in *CreditMetrics*™, tale modello si occupa di stimare solamente le correlazioni tra meriti creditizi delle controparte e assume implicitamente che vi sia almeno incorrelazione (se non indipendenza) tra tasso di recupero e merito di credito della stessa controparte. Con specifico riferimento alla stima delle correlazioni *sub* a), in *CreditMetrics*™ le relative stime sono ottenute attraverso modelli multifattoriali. Tale approccio è già stato introdotto nella Sezione 4.2.2 a cui si rinvia. Sul punto, ciò che rilava di più in questa sede, riguarda le variabili esogene e la specificazione del modello. Infatti, come anticipato, al fine di stimare le

[11]Nell'ambito del presente lavoro, si è deciso, per semplificazione, di trattare come deterministica l'*exposure at default*. Per ciò che riguarda la presente Sezione, anche *CreditMetrics*™ introduce la medesima semplificazione anzi, in verità, attualmente la ricerca scientifica non è stata ancora in grado di sviluppare metodologie condivise che consentano la trattazione dell'esposizione al momento dell'insolvenza come una componente di natura stocastica che contribuisca ad incrementare il rischio delle esposizioni e del portafoglio. Per una trattazione sintetica della questione si rimanda alla Sezione 3.2.

correlazioni tra le controparti, *CreditMetrics*™ utilizza indici azionari e settoriali. Tale modo di procede sottende un'ulteriore semplificazione di modello che si sostanzia nell'assunzione che tali indici rappresentino effettivamente delle *proxy* per il valore di mercato delle attività delle controparti che, come evidenziato nella Sezione 3.1.1.2, non è un dato empiricamente osservabile. Più in particolare, *CreditMetrics*™ dapprima stima le correlazioni tra i rendimenti del capitale azionario delle controparti e poi, a partire da queste ultime, deriva le correlazioni tra le variazioni delle classi di *rating* delle controparti (migrazioni).

Da questo punto di vista, come ormai risulterà evidente, *CreditMetrics*™ si basa sul lavoro di Merton [75] dai cui, tra l'altro, eredita alcune assunzioni. Tra queste ultime è possibile annoverare l'assunzione relativa al DGP del valore di mercato degli attivi aziendali che evolvono secondo un moto browniano geometrico (cfr. Equazione 3.18) e si distribuiscono in modo log-normale con media e varianza note. Visto che si è fatto riferimenti ai rendimenti dell'equity, ciò che rileva ancora di più in questo frangente non è tanto l'ipotesi distributiva sui prezzi azionari, ma piuttosto l'ipotesi sui rendimenti logaritmici che si distribuiscono in modo normale con media e varianza noti (cfr. Equazione 3.20). In teoria, un ulteriore conseguenza, come accade nel modello di Merton originario, dovrebbe essere quella di assumere che le controparti siano finanziate unicamente attraverso capitale di rischio e uno *zero-coupon bond*. In verità, *CreditMetrics*™ , come si vedrà nel seguito della presente Sezione, utilizza i rendimenti azionari come *proxy* del valore di mercato degli attivi (*Market Value of Assets* - MVA) poiché questi ultimi non sono direttamente osservabili con la conseguenza di assumere implicitamente che le controparti siano finanziate unicamente attraverso capitale di rischio.

Tuttavia, in *CreditMetrics*™ si estende il modello di Merton allo scopo di catturare anche il rischio di migrazione, e non soltanto il rischio di *default* (cfr. Figura 5.2 e Tabella 5.3)[12]. Brevemente, tale estensione prevede la suddivisione della distribuzione dei rendimenti azionari in masse di probabilità e nei relativi percentili in modo tale che, operando un campionamento casuale da tale distribuzione, si producano gli stessi tassi di *default* e di migrazione riportati nella *transition matrix* (cfr. Figura 5.2).

Con riferimento alla Tabella 5.3, i valori riportati nella seconda colonna sono i medesimi di quelli contenuti nella Tabella 4.1 in corrispondenza della riga che contiene le probabilità di migrazione ed insolvenza per le controparti con giudizio di *rating*

[12]Si è visto, infatti, che il modello di Merton, così come originariamente proposto, è insensibile al rischio di migrazione, ovvero al rischio di deterioramento del merito creditizio fintanto che questo non porti al *default* (cfr. Sezione 3.1.1.2).

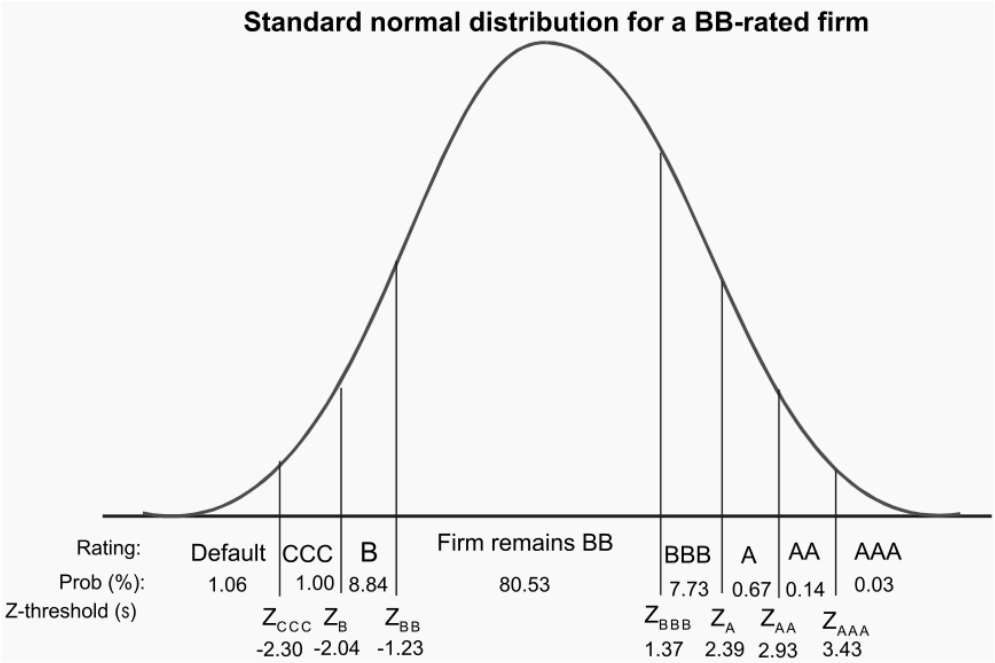


Figura 5.2: *Generalization of the Merton model to include rating changes* (fonte: Crouhy, Galai e Mark [33])

iniziale pari a BB. In questo modo si ha che, ad esempio, la probabilità di migrazione di una controparte con *rating* BB verso la classe BBB (*upgrade* di un *notch*) sia pari a:

$$\begin{aligned}\mathbb{P}(\mathrm{BB} \to \mathrm{BBB}) =& \mathbb{P}(\mathrm{AVR}_t \notin \mathrm{Z_A}/s) - \mathbb{P}(\mathrm{AVR}_t \notin \mathrm{Z_{BBB}}/s) \\ =& \mathbb{P}(\mathrm{Z_{BBB}}/s \notin \mathrm{AVR}_t \notin \mathrm{Z_A}/s)\end{aligned}$$

in cui $\mathrm{AVR} \stackrel{d}{=} (d\mathrm{S}_t)/\mathrm{S}_t$ rappresenta gli *asset value return* standardizzati approssimati dagli *equity return* (cfr. Equazione 3.17) e $\mathrm{Z_A}/s$, $\mathrm{Z_{BBB}}/s$ i percentili di una distribuzione normale standard che individuano rispettivamente la soglia di migrazione alla classe di *rating* A e BBB o, più precisamente, i valori che rispettivamente identificato le probabilità cumulate che la controparte si trovi nella classe di *rating* BBB o inferiore e nella classe BB o inferiore (compreso lo stato di insolvenza).

Conseguentemente, assumendo un periodo temporale di riferimento pari ad un anno, visto che i prezzi azionari evolvono secondo l'Equazione 3.18, ovvero:

$$\mathrm{S}_1 = \mathrm{S}_0 \mathrm{e}^{\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right) + \sigma\epsilon} \qquad \epsilon \sim \mathcal{N}(0,1), \tag{5.1}$$

il cui valore atteso è dato da:

$$\mathbb{E}[\mathrm{S}_1] = \mathrm{S}_0 e^{\mu}, \tag{5.2}$$

Rating class at year-end	Transition probability from the transition matrix (%)	Probability according to the asset value model	Z-threshold(s)
AAA	0.03	$1 - F(Z_{AAA}/s)$	$Z_{AAA}/s = 3.43$
AA	0.14	$F(Z_{AAA}/s) - F(Z_{AA}/s)$	$Z_{AA}/s = 2.93$
A	0.67	$F(Z_{AA}/s) - F(Z_{A}/s)$	$Z_{A}/s = 2.39$
BBB	7.73	$F(Z_{A}/s) - F(Z_{BBB}/s)$	$Z_{BBB}/s = 1.37$
BB	80.53	$F(Z_{BBB}/s) - F(Z_{BB}/s)$	$Z_{BB}/s = -1.23$
B	8.84	$F(Z_{BB}/s) - F(Z_{B}/s)$	$Z_{B}/s = -2.04$
CCC	1.00	$F(Z_{B}/s) - F(Z_{CCC}/s)$	$Z_{CCC}/s = -2.30$
Default	1.06	$F(Z_{CCC}/s)$	-

Tabella 5.3: *Calculation of the transition probabilities from BB*

e che i rendimenti azionari si distribuiscono come indicato dall'Equazione 3.20 secondo una distribuzione normale come media e varianza pari a:

$$\log\left(\frac{S_1}{S_0}\right) \sim \mathcal{N}\left(\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right); \sigma^2\right), \tag{5.3}$$

la probabilità che una controparte con *rating* BB sia in *default* dopo un anno, è data da:

$$\text{PD}_{One-year} \equiv \mathbb{P}(\text{BB} \rightarrow Def)_{T=1} = \mathbb{P}(\text{AVR}^{Std}_{T=1} \notin Z_{CCC}). \tag{5.4}$$

Quindi, viste le Equazioni 5.1 e 5.3, nonché sulla base dei risultati di cui alle Equazioni 3.37 e 3.38, l'Equazione 5.4 può essere riscritta come:

$$\begin{aligned}
\mathbb{P}(\text{BB} \rightarrow Def) =& \mathbb{P}\left[\frac{\ln(S_{Def}/S_0) - (\mu - \sigma^2/2)}{\sigma} \notin Z_{CCC}\right] \\
=& \mathbb{P}\left[\frac{\ln(S_{Def}) - \ln(S_0) - (\mu - \sigma^2/2)}{\sigma} \notin Z_{CCC}\right] \\
=& \mathbb{P}\left[\frac{-[\ln(S_0) - \ln(S_{Def})] - (\mu - \sigma^2/2)}{\sigma} \notin Z_{CCC}\right] \\
=& \mathbb{P}\left[-\frac{\ln(S_0/S_{Def}) + (\mu - \sigma^2/2)}{\sigma} \notin Z_{CCC}\right] = \mathcal{N}(-d_2)_{T=1}
\end{aligned} \tag{5.5}$$

in cui Z_{CCC} è il percentile della distribuzione normale standard che corrisponde alla probabilità cumulata che la controparte sia in *default*, $[\ln(S_0/S_{Def}) + (\mu - \sigma^2/2)]/\sigma$ identifica i rendimenti standardizzati ($\text{AVR}^{Std}_{T=1}$) e $\mathcal{N}(-d_2)_{T=1}$ rappresenta il medesimo risultato ottenuto da Merton (cfr. Equazione 3.30) assumendo che T = 1.

In verità, per essere precisi, è possibile affermare che *CreditMetrics*™, nell'Equazione 5.5 non utilizzi i tassi *risk-free* come accade per il modello di Merton originario, ma piuttosto il valore atteso dei rendimenti durante il periodo campionario. Conseguentemente, la stima della PD ottenuta tramite l'applicazione del modello oggetto di analisi non è neutrale verso il rischio, ma bensì si tratta della stima della probabilità di insolvenza reale (cfr. Commento 3.1.2).

Per quanto riguarda il valore-soglia Z_{CCC} che separa lo stato di *default* dagli stati rappresentati da tutte le classi di *rating*, direttamente dall'Equazione 5.5 si ha che:

$$Z_{CCC} = -d_2, \tag{5.6}$$

in cui

$$d_2 = \frac{\ln(S_0/S_{Def}) + (\mu - \sigma^2/2)}{\sigma} \tag{5.7}$$

rappresenta la c.d. "*distance-to-default*" e ha un'interpretazione analoga a quanto si è visto nella Sezione 3.1.1.3.

Tutto ciò, pur introducendo imitazioni nel modello in esame, consente la stima di Z_{CCC} attraverso la conoscenza del valore atteso (μ) e della varianza (σ^2) dei rendimenti azionari.

A questo punto, è bene evidenziare come astrattamente si potrebbe procedere alla stima delle correlazioni tra i meriti creditizi delle controparti in portafoglio attraverso:

a) la stima della matrice di correlazioni tra i rendimenti azionari standardizzati,

b) la stima delle probabilità di migrazione e di *congiunte* attraverso una distribuzione normale multivariata.

Tale approccio potrebbe, evidentemente, dirsi "analitico" poiché non sarebbe richiesta alcuna simulazione per ottenere le relative stime. Tuttavia, nella pratica, non si tratta di una via percorribile per via del numero dei coefficienti da stimare e per la complessità dei calcoli richiesti dall'utilizzo di una distribuzione multivariata in presenza di portafoglio composti da un numero elevato di controparti (cfr. Sezione 4.2.2).

Come già anticipato, per aggirare tale problematica in *CreditMetrics*™ viene implementato un metodo basato su una simulazione Montecarlo al fine ultimo di stimare l'intera distribuzione complessiva del valore del portafoglio assumendo un'orizzonte temporale di riferimento di un anno.

Tale approccio è efficacemente descritto da Crouhy, Galai e Mark [33] e prevede le seguenti fasi:

a) stima dei percentili della distribuzione normale standard che identificano le probabilità di transizione e di *default* associate ad ogni classe di *rating*;

b) stima del coefficiente di correlazione dei rendimenti per ogni coppia di controparti;

c) simulazione di un elevato numero di scenari ipotetici a partire dalle distribuzioni di probabilità dei rendimenti congiunte, ognuno dei quali composto da n distribuzioni dei rendimenti standardizzate, una per ogni controparte in portafoglio (le relative distribuzioni normali correlate devono essere sono ottenute attraverso la scomposizione di Cholesky[13]);

d) singolarmente per ogni simulazione e per ogni controparte, *mapping* dei rendimenti standardizzati sulle classi di *rating* attraverso i percentili della distribuzione normale standard individuati *sub* a) (cfr. Figura 5.2 e Tabella 5.3);

e) calcolo del valore del portafoglio come somma del valore delle singole posizioni di rischio, a sua volta determinato attualizzando a tassi *forward* i flussi di cassa ad esse connessi per ogni scenario precedentemente simulato;

f) ripetere il procedimento per un numero elevato di volte per ottenere una serie di valori del portafoglio da cui è possibile stimare la distribuzione empirica,

g) calcolo del percentile della distribuzione di valore di portafoglio associato al suo valore futuro, delle relative misure di rischio (cfr. Capitolo 2) e delle perdite attese e inattese (cfr. Sezione 4.2.1).

5.2.3.3 Valutazione del portafoglio

Con riferimento al calcolo delle misure di rischio e delle componenti di perdita attesa e inattesa, in *CreditMetrics*™ si adotta un approccio che differisce parzialmente da quello discusso nella Sezione 4.2.1.

Entrando nel merito della questione, precedentemente si è affermato che il capitale economico è posto a presidio delle perdite inattese connesse, in questo caso, al rischio di migrazione e di *default*. *CreditMetrics*™, per la stima del capitale economico e delle perdite attese e inattese utilizza la seguente formulazione:

$$\text{EC} = q\text{VaR} - \text{EV} \tag{5.8}$$

[13] Per un approfondimento sulle tecniche di simulazione con metodo Montecarlo e sulla scomposizione di Cholesky vedere Fishman [43].

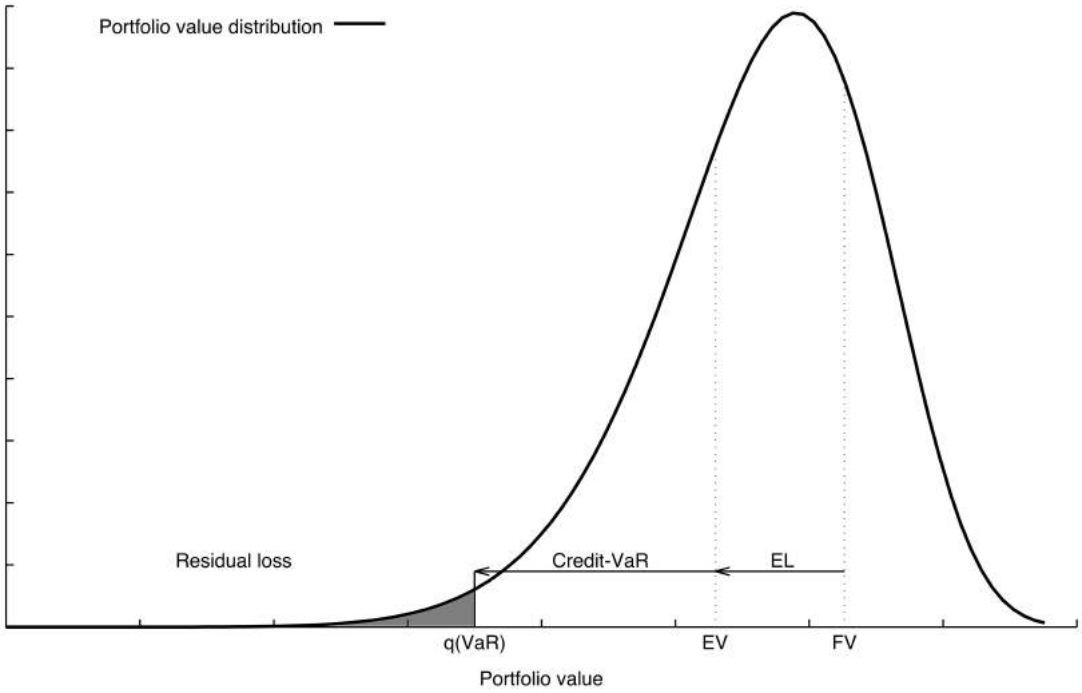


Figura 5.3: *Credit-VaR and economic capital in CreditMetrics™ framework*

in cui EC è il capitale economico, qVaR il valore minimo *forward* del portafoglio con un livello di confidenza pari ad α ed EV il valore atteso del portafoglio (cfr. Figura 5.3).

In aggiunta, si rendono però necessarie ulteriori considerazioni. Considerato che FV è il valore futuro del portafoglio che deriva dalla somma dei valori futuri delle singole esposizioni (FV_i) calcolati attualizzando i flussi di cassa dalle stesse generati, vale la seguente relazione:

$$\text{FV} = \sum_{i=1}^{n} \text{FV}_i \qquad \text{FV}_i = \sum_{i,t=0}^{\text{T}} \frac{\text{P}_{i,t}}{(1+i_f)^t} \tag{5.9}$$

in cui i_f è il tasso *forward* per la scadenza $t \in (t{=}0; \text{T}]$ e $\text{P}_{i,t}$ il pagamento previsto per l'i-esima esposizione per la scadenza t.

L'Equazione 5.9 evidenzia che FV derivi sostanzialmente dall'applicazione di un modello di *pricing* teorico indicando così il valore *forward* teorico del portafoglio detenuto dall'intermediario.

La quantità EV che compare in Figura 5.3, invece, è determinata come valore atteso della distribuzione del valore futuro del portafoglio. Più in particolare, EV può essere

semplicemente calcolato per mezzo dell'Equazione 5.2. Tuttavia, considerato che l'analisi è condotta su un periodo di un anno, si ha che:

$$\text{EV} \overset{d}{=} \mathbb{E}\left[S_{t=1}^{portfolio}\right] = S_{t=0}^{portfolio} e^{\mu} \equiv S_{t=0}^{portfolio}(1+\mu). \tag{5.10}$$

A questo punto, ciò che risulta certamente evidente è la diversa natura di FV e di EV tanto che, in generale, i due valori non coincidono poiché FV > EV. Tuttavia, è comunque utile, a tal proposito, distinguere tre casi:

a) se FV > EV, la differenza FV − EV > 0 può essere interpretata come perdita attesa (EL) sul portafoglio complessivamente detenuto;

b) se FV ∉ EV, la differenza FV − EV ∉ 0 non può essere interpretata come perdita attesa ma, astrattamente, come "*extra*-profitto atteso";

c) se FV = EV, la differenza FV − EV è nulla e non vi sarebbe alcuna componente di perdita attesa e il capitale economico potrebbe essere calcolato come come EC = qVaR − FV con la conseguenza che tutte le perdite abbiano natura di perdita inattesa da fronteggiare con capitale. Un ulteriore conseguenza, inoltre, si avrebbe sul fronte delle misure di rischio poiché, viste le Equazioni 2.12 e 2.14, si avrebbe che VaR^{α} = *mean*-VaR^{α}[14].

Chiaramente, senza necessità di considerazioni ulteriori, le situazioni *sub* b) e c) sono irrealistiche; conseguentemente, l'attenzione sarà riposta sulla situazione *sub* a) che, tra l'altro, è quella rappresentata in Figura 5.3. In quest'ultimo caso, infatti, è possibile osservare entrambe le componenti di perdita, ovvero:

a) l'*Expected Loss* (EL) pari alla differenza tra il valore *forward* e il valore atteso del portafoglio (EL = EV − FV);

b) l'*Unexpected Loss* (UL) date dalla differenza tra "*il minimo valore probabile con un livello di confidenza pari ad* α" e il valore atteso del portafoglio, ovvero:

$$\text{UL} = q\text{VaR} - \text{EV}. \tag{5.11}$$

Con riferimento esclusivo alle perdite inattese, si è detto più volte che queste debbano essere fronteggiate accantonando idealmente un quantità adeguata di capitale di rischio (o capitale economico). Ebbene, viste le Equazioni 5.8 e 5.11, si ha che:

$$\text{UL} = \text{EC} = q\text{VaR} - \text{EV}. \tag{5.12}$$

[14]Tale aspetto sarà chiarito nel seguito della presente Sezione prendendo in esame unicamente la situazione *sub* a). Lo stesso tipo di ragionamento rimane comunque valido anche se applicato alle situazioni *sub* b) e c), pur se conduce a risultati parzialmente diversi.

Se qVaR = VaR$^{\alpha}$ (cfr. Sezione 2.2 e Appendice A) e EV = μ l'Equazione 5.12 può essere riscritta come:

$$\text{UL} = \text{EC} = \text{VaR}^{\alpha} - \mu. \tag{5.13}$$

Ancora, posto che VaR$^{\alpha} - \mu$ = *mean*-VaR (cfr. Definizione 2.2.2 e Nota 2.2.3), l'Equazione 5.13 diventa:

$$\text{UL} = \text{EC} = \textit{mean}\text{-VaR}^{\alpha}. \tag{5.14}$$

Da ultimo, poiché *CreditMetrics*™ è un modello di portafoglio per esposizioni creditizie, il *mean*-VaR$^{\alpha}$ rappresenta una misura del rischio di credito del portafoglio. Tale misura, in altri termini, è una misura di rischio che tiene conto delle perdite dovute al solo rischio di credito. Pertanto, come conseguenza dell'assunzione di incorrelazione tra rischio di credito e rischio di mercato (cfr. Sezione 5.2.2), si ha che:

$$\textit{mean}\text{-VaR}^{\alpha} \equiv \textit{credit}\text{-VaR}^{\alpha}, \tag{5.15}$$

tanto che, in modo analogo a quanto rappresentato in Figura 5.3, l'Equazione 5.14 può essere riscritta come:

$$\text{UL} = \text{EC} = \textit{credit}\text{-VaR}^{\alpha}. \tag{5.16}$$

L'Equazione 5.16 può trovare una giustificazione anche dal punto di vista logico-interpretativo e non solo analitico. Più in particolare, si è detto che le perdite inattese rappresentano la rischiosità di un portafoglio in senso stretto che deve trovare adeguata copertura patrimoniale. Le perdite attese, essendo essenzialmente rappresentate dal valore medio della distribuzione del valore del portafoglio, non rappresentano in sé una componente aleatoria poiché ci si aspetta che il valore delle perdite effettive tenda asintoticamente ad essere pari a quello delle perdite attese: ciò spiega il motivo per cui le perdite attese debbano essere imputate a conto economico. Dunque, il rischio può essere interpretato anche come varianza delle perdite attorno al proprio valore medio rappresentato dalle *expected losses*. Sulla base di tali presupposti, infine, è possibile affermare che l'Equazione 5.16 espliciti efficacemente il rapporto tra perdite attese, capitale economico assorbito (o LAC necessaria) e relativa misura del rischio di credito, quest'ultima determinata al netto della componente attesa delle perdite poiché quest'ultima trova non trova copertura sul patrimonio dell'intermediario, ma bensì concorre ad abbattere l'incremento patrimoniale rappresentato dagli eventuali utili conseguiti e reinvestiti nella gestione.

A partire da tali conclusioni, è necessario evidenziare come queste impattino sul *pricing* delle singole esposizioni creditizie e sul calcolo delle misure di rendimento *risk-adjusted* (cfr. Capitolo 6), nonché sull'attività di *capital allocation* (cfr. Capitolo 7).

Nella Sezione 4.2.1 si è detto che le perdite attese sono additive e che non contribuiscono a determinare l'effetto diversificazione del portafoglio complessivamente considerato. Per tale ragione, esse influenzano il calcolo delle misure di rendimento *risk-adjusted* ma non apportano alcun contributo a fini di *capital allocation*. Si tratta, brevemente, di due aspetti complementari direttamente connessi alla misurazione del rischio poiché è evidente il nesso tra misurazione del rischio, valutazione delle performance *risk-adjusted*, allocazione della capacità di assumere rischio alle singole unità di business e valutazione delle relative performance corrette per il rischio e del relativo contributo al rischio-rendimento del portafoglio complessivo. Per una trattazione più esaustiva della materia si rimanda ai Capitoli 6 e 7.

5.3 Il modello *PortfolioManager*™ di Moody's KMV Comp

5.3.1 Aspetti generali

Come per *CreditMetrics*™, anche *PortfolioManager*™ è un modello VaR per portafogli di esposizioni creditizie che segue l'approccio *mark-to-market* e, pertanto, è in grado di modellare anche le variazioni del merito creditizie delle controparti in portafoglio. Un'ulteriore analogia con *CreditMetrics*™, inoltre, riguarda le basi sulle quali il modello è costruito. Più in particolare, anche *PortfolioManager*™ trae origine dai risultati di Black e Scholes [23] e di Merton [75]. Tuttavia, benché le basi siano sostanzialmente le medesime, *PortfolioManager*™ presenta una struttura che differisce sostanzialmente da *CreditMetrics*™, almeno nella stima della probabilità di insolvenza, che nell'ambito del modello analizzato nella presente Sezione è definita in termini di EDF™, e nelle probabilità di migrazione.

Brevemente, *PortfolioManager*™ non utilizza una matrice di transizione stimata a partire dalle serie storiche sui *default* e sulle migrazioni, ma si propone di modellare i tassi di *default* seguendo un approccio strutturale e analitico definito sul continuo basato sui risultati di Vasicek e Kealhofer (cfr. Vasicek [97, 98] e Kealhofer [62]) analizzati nella Sezione 3.1.1.3. Tale approccio, come evidenziato da Crouhy, Galai e Mark [33, p. 92-96], presenta vantaggi significativi in termini di accuratezza e di reattività delle stime rispetto a *CreditMetrics*™ e, ancor di più, ai giudizi rilasciati dalle agenzie di *rating*[15]. Ancora, oltre agli Autori già citati, di assoluto rilievo è anche il lavoro di Kealhofer e Bohn [63] che evidenziano secondo l'approccio *contigent claim*, l'interpretazione del valore dell'equity in termini di opzione *call* e il nesso tra che sussiste tra valore delle attività e delle passività aziendali della controparte.

[15] Tali aspetti saranno approfonditi nel seguito della presente Sezione.

Black-Scholes-Merton	*Vasicek-Kealhofer* EDF *Model*
Two classes of Liabilities: Short Term Liabilities and Common Stock	Five Classes of Liabilities: Short Term and Long Term Liabilities, Common Stock, Preferred Stock, and Convertible Stock
No Cash Payouts	Cash Payouts: Coupons and Dividends (Common and Preferred)
Default occurs only at Horizon	Default can occur at or before Horizon
Default barrier is total debt	Default barrier is empirically determined
Equity is a call option on Assets, expiring at the Maturity of the debt	Equity is a perpetual call option on Assets
Gaussian relationship between probability of default (PD) and distance to default (DD)	DD-to-EDF mapping empirically determined from calibration to historical data

Tabella 5.4: *Confronto tra il modello di Black, Scholes e Merton e il modello di Vasicek e Kealhofer* (fonte: Bohn [24, p. 12])

5.3.2 La struttura del modello

Come evidenziano Crouhy, Galai e Mark [33], *PortfolioManager*™ e, più in particolare, il calcolo delle EDF™ richiedono di transitare attraverso tre fasi che saranno trattate nelle successive Sezioni 5.3.2.1, 5.3.2.2 e 5.3.2.3.

5.3.2.1 *Estimation of the asset value and the volatility of asset return*

Come già detto, tale interpretazione consente l'applicazione della formula di *option pricing* di Black e Scholes [23] per procedere alla stima del valore di mercato dell'equity (cfr. Equazioni 3.21, 3.23 e 3.24). In verità, in *PortfolioManager*™ non si utilizza il modello di Black e Scholes originario ma bensì una sua estensione proposta da Vasicek e Kealhofer (c.d. "VK *model*") (cfr. Sezione 3.1.1.3). A tal proposito, Bohn [24] evidenzia le principali differenze tra i due modelli citati (cfr. Tabella 5.4).

Successivamente, come evidenziano Crosbie e Bohn [32, p. 16], attraverso l'applicazione del Lemma di Itô (cfr. Appendice C), si procede al calcolo della volatilità dell'equity (cfr. Equazione 3.44). In realtà, gli Autori riscrivono la seconda equazione del sistema come:

$$\sigma_E = \frac{V_A}{V_E}\Delta\sigma_A \tag{5.17}$$

	Asset	*Liabilities*
	Firm Value: $F(t)$	Debt: $C(F,t)$
		Equity: $E(F,t)$
Total	$F(t)$	$F(t)$

Tabella 5.5: *Balance sheet of Merton's Firm* (fonte: Lu [69, p. 6])

in cui Δ è il delta dell'equity[16] definito come:

$$\Delta \stackrel{d}{=} \frac{\partial V_E}{\partial V_A} = \mathcal{N}(d_1), \tag{5.18}$$

ovvero, nel caso specifico, l'effetto della variazione di valore dell'equity rispetto ad una variazione delle attività.

A questo punto, è possibile ricondurre ad unità quanto esposto, evidenziando le relazioni statistiche sulle quali il modello oggetto di studio si basa. La materia è stata approfondita da Lu [69, p. 11-14] che, a partire dai risultati di Black e Scholes, evidenzia le modalità che hanno permesso di formulare il modello oggetto della presente Sezione.

Lu [69], per prima cosa, ipotizza che la struttura finanziaria delle controparti sia composta da equity e debito, quest'ultimo rappresentato da un unico *zero-coupon bond* con scadenza T (cfr. Equazione 5.19 e Tabella 5.5).

$$F(t) = C(F,t) + E(F,t) \tag{5.19}$$

A partire dall'Equazione 3.16 che, rimuovendo i pedici e ponendo S = E, si ha che:

$$dE = \mu_E E dt + \sigma_E E d\mathcal{W}, \tag{5.20}$$

in cui E rappresenta il valore dell'equity e μ_E e σ_E rappresentano rispettivamente il valore atteso e la deviazione standard del valore totale delle azioni. Attraverso il Lemma di Itô (cfr. Appendice C), l'Equazione 5.20 può essere scritta come:

$$\begin{aligned} dE &= \frac{\partial E}{\partial F} dF + \frac{\partial E}{\partial t} dt + \frac{1}{2}\sigma_E^2 F^2 \frac{\partial^2 E}{F^2}(dF)^2 \dots \\ &= \left(\frac{1}{2}\sigma_F^2 F^2 \frac{\partial^2 E}{\partial F^2} + \mu_F F \frac{\partial E}{\partial F} + \frac{\partial E}{\partial t}\right) dt + \sigma_F F \frac{\partial E}{\partial F} d\mathcal{W}. \end{aligned} \tag{5.21}$$

Confrontando i termini di varianza del processo stocastico delle Equazioni 5.20

[16] Per approfondimenti vedere Hull [54].

e 5.21 si ha che:

$$E\sigma_E = F\sigma_F \frac{\partial E}{\partial F}. \tag{5.22}$$

A questo punto, posto che:

$$\Delta \stackrel{d}{=} \frac{\partial E}{\partial F}, \tag{5.23}$$

ovvero che il Δ dell'azione è pari alla derivata parziale prima dell'equazione di Black e Scholes (cfr. Equazione 3.21), ovvero la derivata prima del valore dell'opzione rispetto al sottostante. Pertanto, derivando l'Equazione 3.21, è semplice dimostrare che il Δ dell'equity sia pari a:

$$\Delta = \frac{\partial E}{\partial F} = \mathcal{N}(d_1), \tag{5.24}$$

con d_1 definito dall'Equazione 3.23 e $\mathcal{N}(*)$ che rappresenta la funzione di densità di probabilità cumulata di una v.c. normale standard.

Conseguentemente, l'Equazione 5.22 può essere scritta come:

$$E\sigma_E = F\sigma_F \mathcal{N}(d_1), \tag{5.25}$$

ottenendo, di fatto, il medesimo risultato di Crosbie e Bohn [32] (cfr. Equazione 5.17).

Proseguendo oltre, confrontando i termini di *drift* delle Equazioni 5.20 e 5.21, è possibile ottenere la seguente relazione:

$$E\mu_E = \frac{1}{2}\sigma_F^2 F^2 \frac{\partial^2 E}{\partial F^2} + \mu_F F \frac{\partial E}{\partial F} + \frac{\partial E}{\partial t}. \tag{5.26}$$

Dato che il Γ e il Θ dell'equity, se C è il livello del debito della controparte (cfr. Tabella 5.5), sono dati da:

$$\begin{aligned} \Gamma &= \frac{\partial^2 E}{\partial F^2} = \frac{\partial \Delta}{\partial F} = \frac{\mathcal{N}(d_1)}{F\sigma_F\sqrt{T}} \\ \Theta &= \frac{\partial E}{\partial t} = -\left[\frac{F\mathcal{N}(d_1)\sigma_F}{2\sqrt{T}} + rCe^{-rT}\mathcal{N}(d_2)\right] \end{aligned} \tag{5.27}$$

e rappresentano rispettivamente la derivata parziale seconda rispetto al sottostante e la derivata parziale prima del valore dell'opzione rispetto al tempo, visto anche il risultato di cui all'Equazione 5.24, l'Equazione 5.26 diventa:

$$\mu_F = \frac{\mu_E E - \Theta - \frac{1}{2}\sigma_F^2 F^2 \Gamma}{F\Delta}. \tag{5.28}$$

A questo punto, considerato che:

a) il valore di mercato dell'equity e delle relative opzioni *call* per la scadenza T sono direttamente osservabili dai listini di borsa per le società quotate,

b) la volatilità dell'equity è calcolabile a partire dalle serie storiche dei rendimenti azionari (volatilità storica) e dai prezzi delle opzioni *calls* e *put* (volatilità implicita),

c) il tasso *risk-free* è osservabile anch'esso dai dati di mercato,

d) la *maturity* del debito (T) è nota,

le uniche componenti da stimare sono rappresentate rispettivamente dal valore delle attività aziendali della controparte (F) e dalla loro volatilità (σ_F). In modo del tutto analogo a quanto presentato nelle Sezioni 3.1.1.2 e 3.1.1.3, i valori di F e di σ_F sono calcolabili analiticamente attraverso la risoluzione del sistema non lineare composto dalle Equazioni 3.21 e 5.25.

Per concludere la trattazione della prima fase prevista dal modello in analisi, è necessario specificare che, come evidenziano Crouhy, Galai e Mark [33, p. 88], *PortfolioManager*™ non utilizza le Equazioni 3.21 e 5.25 per chiedere il sistema ma determina σ_F attraverso un algoritmo di calcolo iterativo. Ciò essenzialmente per via della relativa instabilità della volatilità dei prezzi azionari (σ_E) se calcolata con riferimento ad intervalli temporali brevi. Brevemente, tale procedura richiede riscrivere l'Equazione 3.21 esplicitando il valore degli *asset* in funzione del valore dell'equity (direttamente osservabile), della volatilità degli attivi, del valore delle passività del *risk-free rate* e della *maturity* del debito per poi applicare la procedura iterativa per stimare la volatilità degli *asset*.

5.3.2.2 Calcolo della *Distance to Default*

Il calcolo della *Distance to Default*, in *PortfolioManager*™ segue logiche simili a quelle già trattate per *CreditMetrics*™ (cfr. Equazione 5.5), ma con alcune differenze sostanziali seppur risulti evidente che i due modelli siano entrambi eretti sui risultati ottenuti da Merton. Più in particolare, assumendo un orizzonte temporale di un anno

(T = 1), il calcolo della *Distance to Default* può essere svolto come segue:

$$\begin{aligned}
\text{PD}_{\text{T}=1} =& \mathbb{P}\left[\frac{\ln(\text{DP}/\text{S}_0) - (\mu - \sigma^2/2)}{\sigma} \notin \text{DP}\right] \\
=& \mathbb{P}\left[\frac{\ln(\text{DP}) - \ln(\text{S}_0) - (\mu - \sigma^2/2)}{\sigma} \notin \text{DP}\right] \\
=& \mathbb{P}\left[\frac{-[\ln(\text{S}_0) - \ln(\text{DP})] - (\mu - \sigma^2/2)}{\sigma} \notin \text{DP}\right] \\
=& \mathbb{P}\left[-\frac{\ln(\text{S}_0/\text{DP}) + (\mu - \sigma^2/2)}{\sigma} \notin \text{DP}\right] = \mathcal{N}(-d_2)_{\text{T}=1}.
\end{aligned} \tag{5.29}$$

Soffermandosi esclusivamente sull'ultimo risultato evidenziato nell'Equazione 5.29, la quantità $-d_2$ rappresenta il percentile che consente il calcolo della probabilità cumulata di insolvenza attraverso la legge di probabilità di una v.c. normale standard. Ne consegue che $-d_2$ possa essere interpretato in termini di distanza tra valore delle attività aziendali e valore-soglia che identifica il *default* della controparte (*Default Point* - DP), ovvero la *Distance to Default*. Pertanto, visto il risultato di cui all'Equazione 3.24, è possibile scrivere che:

$$\text{DD}_{\text{T}=1} = d_2 = \frac{\ln(\text{S}_0/\text{DP}) + (\mu - \sigma^2/2)}{\sigma} = d_1 - \sigma. \tag{5.30}$$

Sulla base dell'Equazione 5.30, infine, l'Equazione 5.29 può essere riscritta come:

$$\text{PD}_{\text{T}=1} = \mathcal{N}(-d_2)_{\text{T}=1} = \mathcal{N}(-\text{DD}_{\text{T}=1}). \tag{5.31}$$

In verità, in *PortfolioManager*™ la *Distance to Default* non viene calcolata attraverso l'Equazione 5.30 che deriva dai risultati di Black, Scholes e Merton, bensì attraverso la relazione seguente:

$$\text{DD} = \frac{\mathbb{E}\Big[\text{F}(t)\Big] - \text{DP}}{\mathbb{E}\Big[\text{F}(t)\Big]\sigma_{\text{F}}}, \tag{5.32}$$

in cui:

$$\text{DP} = (\textit{short-term debt}) + 0.5(\textit{long-term debt}). \tag{5.33}$$

L'utilizzo dell'Equazione 5.32 in luogo dell'Equazione 5.30 si spiega dal punto di vista intuitivo. Infatti, la *Distance to Default* può essere interpretata anche in termini di numero di scarti quadratici medi tra la media della distribuzione del valore delle attività e un particolare percentile (*Default Point* - DP) che identifica la soglia al dì sotto della quale la controparte è in *default*.

Un'ulteriore approfondimento deve essere condotto con riferimento al calcolo del

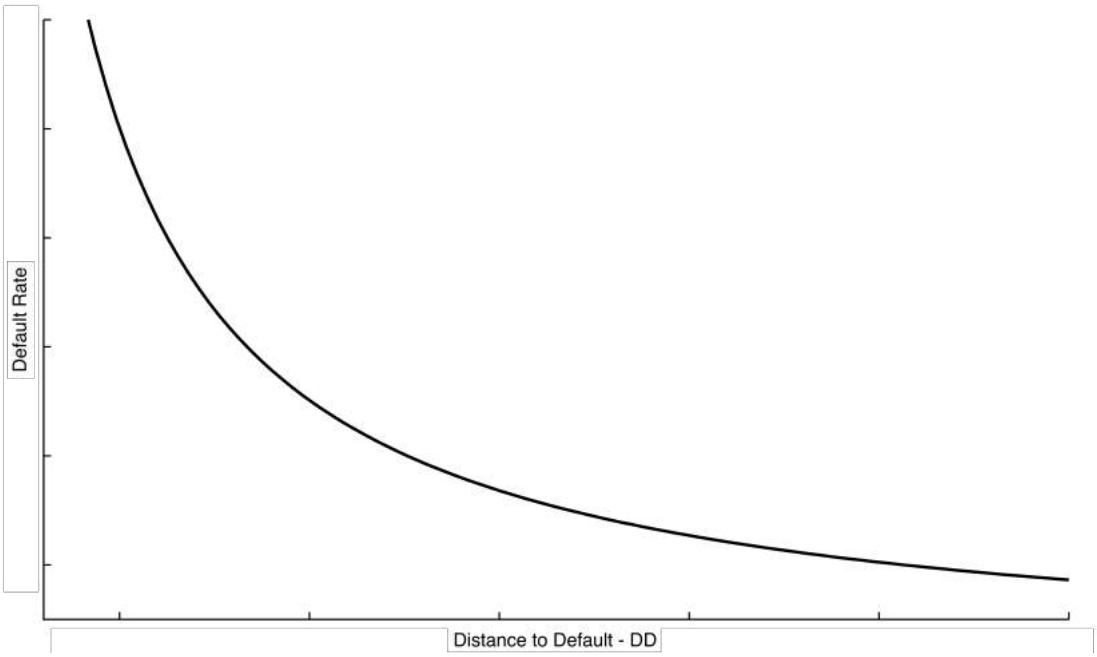


Figura 5.4: *Mapping della* DD *sulle* EDF™

Default Point che, in *PortfolioManager*™, avviene attraverso l'Equazione 5.33. Con riferimento a quest'ultima, la scelta di utilizzare l'intero importo delle passività a breve termine e metà di quelle a lungo termine può, in prima analisi, apparire del tutto arbitrario. Tuttavia, fermo che si tratta comunque dell'introduzione di una componente deterministica nel modello, tale scelta si giustifica da una serie di studi empirici condotti dalla società KMV (cfr. Crouhy, Galai e Mark [33]). Quest'ultima, più in particolare, a partire da un campione molto ampio di società che nel tempo si sono rivelate insolventi, ha osservato che mediamente il *default* si manifestava all'incirca quando il valore degli attivi scendeva sotto la soglia individuata dall'Equazione 5.33.

5.3.2.3 *Mapping* della PD sulla *Distance to Default*

L'ultima fase di *PortfolioManager*™ prevede il *mapping* della *Distance to Default* sui *default rate* (*actual probabilities of default*). Come già detto nella Sezione 3.1.1.3, quest'ultimi costituiscono le *Expected Default Frequency*™ (EDF™) e sono determinate da *CreditMonitor*™, ovvero da un software proprietario di Moody's KMV, a partire da un database molto ampio di controparti.

In altri termini, Moody's KMV utilizza il modello proprietario di Vasicek e Kealhofer (modello VK) che, come già detto, rappresenta un'estensione del modello di merton originario finalizzata a rimuovere alcune delle sue assunzioni di base. Più in particolare, a partire da dati storici, il modello prevede la stima della distribuzione della DD,

a partire dalla quale è poi possibile procedere al calcolo delle EDF™.

L'introduzione del concetto di *Distance to Default* ed di *Expected Default Frequency*™ ha permesso di superare alcune limitazioni che affliggono il modello di Merton, ovvero:

a) l'utilizzo di una distribuzione normale per il calcolo della probabilità di insolvenza;

b) l'introduzione di un valore-soglia variabile (DP™) poiché, all'approssimarsi del *default* della controparte, evidenze empiriche hanno dimostrato variazioni nella relativa struttura finanziaria;

c) la rimozione, attraverso l'uso di un database quotidianamente aggiornato, dell'assunzione implicita nel modello di Merton tale per cui il *default* potesse manifestarsi solamente alla *maturity* del debito.

In aggiunta, al contrario di quanto accade con la stima della PD in *CreditMetrics*™, il valore delle EDF™ è *firm-specific*. Infatti, la procedura prevista in *PortfolioManager*™ consente la stima di una relazione monotona decrescente tra *Distance to Default* ed di *Expected Default Frequency*™ (cfr. Figura 5.4). Ne consegue che, nota la relazione tra le due grandezze, è possibile associare ad ogni singolo valore di DD il rispettivo valore di EDF™. Ciò rappresenta un grosso pregio di *PortfolioManager*™ rispetto a *CreditMetrics*™ che, come si è visto, assume che vi sia perfetta omogeneità tra le controparti classificate nei diversi *cluster*.

Un'ulteriore vantaggio delle *Expected Default Frequency*™ riguarda la caratteristica di essere stima della probabilità di insolvenza fortemente *forward-looking*. Infatti, come evidenziato da Crouhy, Galai e Mark [33, p. 92-96], le EDF™ si sono rivelate a posteriori dei *leading indicator* molto efficaci nel prevedere con anticipo il verificarsi dello stato di insolvenza delle controparti. Infatti, è stato empiricamente riscontrato che la diminuzione della DD ed il conseguente aumento delle EDF™ è mediamente in grado di anticipare di un anno l'effettivo *downgrading* del *rating* o il manifestarsi del *default* delle controparti.

Ancora, la stima delle EDF™ non è distorta dal ciclo economico generale. Più precisamente, posto che durante le fasi economiche recessive le frequenza dei *default* tende ad aumentare, le EDF™ non risentono di tale fenomeno poiché sono determinate sulla base della DD. Quest'ultima è un valore specifico delle singole controparti e tende a diminuire in periodi economici sfavorevoli comportando un'aumento delle EDF™, ossia della stima della PD delle singole controparti. Tuttavia, la relazione tra DD e EDF™ rimane costante nel senso che le controparti con un determinato valore di *Distance to*

Default si vedranno assegnare lo stesso valore di *Expected Default Frequency*™ a prescindere dallo stato dell'economia. In questo senso, l'aumento delle EDF™ non è dovuto all'aumento dei tassi di insolvenza empirici evidenziato nel campione di controparti, ma alla variazione della situazione della singola controparte.

Tale vantaggio si ripercuote anche nel processo di assegnazione del *rating* delle singole controparti. Infatti, se le classi di *rating* sono individuati da un intervallo di valori di EDF™, l'avvicendarsi del diverse fasi del ciclo economico non impatta sulla definizione delle classi di *rating* formulata in base alle EDF™ che, in questo modo, rimangono costanti. Con tali considerazioni, in ogni caso, non si vuole assolutamente affermare che *PortfolioManager*™ sia un modello insensibile al ciclo economico, ma bensì che lo stato dell'economia non modifica gli intervalli di valori delle EDF™ che definiscono le singole *rating classes*. Pertanto, variazioni del ciclo economico non possono che impattare dapprima sulla DD, poi sulla stima delle EDF™ e, infine, sull'assegnazione della relativa classe di *rating*. Conseguentemente, in *PortfolioManager*™ le migrazioni sono molto più frequenti ed rispetto, ad esempio, alle migrazioni assegnate su base storica dalle agenzie di *rating* e, come precedentemente evidenziato, sono in grado di anticipare con elevato anticipo l'effettiva variazione del giudizio formulato dalle agenzie.

Sempre con riferimento al processo di *rating assignment*, è necessario evidenziare come la *default probability* di ogni classe di *rating* determinata su base storica sia data dalla mediana dei tassi di *default* osservati. La limitazione tipica dell'utilizzo del solo valore centrale della distribuzione, ovvero il fatto di trascurare del tutto la variabilità dei dati campionari, è ulteriormente aggravata dalle caratteristiche delle distribuzioni di perdita o di valore di un portafoglio esposto al rischio di credito. Più in particolare, l'effetto congiunto della marcata asimmetria e della leptocurtosi inducono una distorsione nelle stime della PD associata alle *rating classes*, nel senso che il valore determinato su base storica sovrastima significativamente il reale valore della probabilità di insolvenza della maggior parte delle società appartenenti ad uno stesso *cluster*.

A conferma di quanto detto fino a questo momento, è utile operare un confronto tra la Tabella 4.1, che rappresenta la matrice di transizione ad un anno stimata su base storica, e la Tabella 5.6, che contiene invece la stima della matrice di transizione ottenuta attraverso la procedura suggerita da KMV e basata sulle EDF™. Pur se entrambe le matrici di transizioni presentano le medesima caratteristiche di base evidenziate nella Sezione 4.3, è possibile osservare che:

a) la *transition matrix* stimata sulla base delle EDF™ presenta una minor concentrazione delle masse di probabilità sulla diagonale principale e probabilità di

Initial Rating	Rating class at year-end							
	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	Default
AAA	**66.26**	22.22	7.37	2.45	0.86	0.67	0.14	0.02
AA	21.66	**43.04**	25.83	6.56	1.99	0.68	0.20	0.04
A	2.76	20.34	**44.19**	22.94	7.42	1.97	0.28	0.10
BBB	0.30	2.80	22.63	**42.54**	23.52	6.95	1.00	0.26
BB	0.08	0.24	3.69	22.93	**44.41**	24.53	3.41	0.71
B	0.01	0.05	0.39	3.48	20.47	**53.00**	20.58	2.01
CCC	0.00	0.01	0.09	0.26	1.79	17.77	**69.94**	10.13

Tabella 5.6: *KMV 1-year transition matrix based on non-overlapping EDF ranges* (%) (fonte: Kealhofer, Kwok e Weng [64, p. 22])

migrazione significativamente più elevate;

b) la matrice di transizione stimata su base storica presenta probabilità di insolvenza maggiori, soprattutto con riferimento alle classi di *rating* inferiori.

5.3.2.4 *Pricing* delle esposizioni

Tali considerazioni assumono una rilevanza ancora maggiore se riferite alla stima del VaR che avviene con un procedura sostanzialmente analoga a quella prevista in *CreditMetrics*™ (cfr. Sezione 5.2.3.3). Tuttavia, la differenza sostanziale tra i due modelli si origina a partire dai dati contenuti nelle rispettive matrici di transizione. Infatti, le maggiori probabilità di migrazione impattano sul valore delle singole esposizioni, a sua volta determinato a partire dalle probabilità di transizione e attualizzando i flussi di cassa futuri associati alle esposizioni al tasso adeguato sulla base della scadenza dei pagamenti. In modo più formale, il *pricing* della singola esposizione avviene attraverso la seguente relazione:

$$\mathrm{PV} = (1 - \mathrm{LGD}) \sum_{i=1}^{n} \frac{\mathrm{CF}_i}{(1 + r_i)^{t_i}} + \mathrm{LGD} \sum_{i=1}^{n} \frac{\mathrm{CF}_i (1 - \mathrm{EDF}_i^{risk-neutral})}{(1 + r_i)^{t_i}} \tag{5.34}$$

in cui CF_i indicano i flussi di cassa, $\mathrm{EDF}_i^{risk-neutral}$ le *Expected Default Frequency*™ e r_i il *risk-free rate* previsti per la scadenza t_i.

5.3.2.5 Stima delle EDF™ *risk-neutral*

La stima delle *Expected Default Frequency*™ in un mondo neutrale verso il rischio è analoga a quanto visto nelle precedenti Sezioni 5.3.2.1 e 5.3.2.2, avendo però cura di sostituire il tasso privo di rischio in luogo del tasso di rendimento atteso sull'equity. In questo modo si ottiene che:

$$\text{EDF}^{risk-neutral} = \mathcal{N}(-d_2^{risk-neutral}) = \mathcal{N}\left[-\frac{\ln(S_0/\text{DP}) + (r - \sigma^2/2)}{\sigma}\right] \tag{5.35}$$

in cui il termine μ è sostituito da r, che rappresenta il *risk-free rate* per la scadenza T (per assunzione pari ad un anno).

Proseguendo oltre, è relativamente semplice dimostrare che:

$$.d_2^{risk-neutral} = d_2 - \frac{(\mu - r)}{\sigma} = d_2 - \frac{risk\text{-}premium}{\sigma}. \tag{5.36}$$

Conseguentemente, l'Equazione 5.35 può essere riscritta come:

$$\begin{aligned}\text{EDF}^{risk-neutral} &= \mathcal{N}\left[-d_2 + \frac{(\mu - r)}{\sigma}\right] \\ &= \mathcal{N}\left[-\frac{\ln(S_0/\text{DP}) + (r - \sigma^2/2)}{\sigma} + \frac{(\mu - r)}{\sigma}\right].\end{aligned} \tag{5.37}$$

Tuttavia, considerato che è noto il valore delle *Expected Default Frequency*™ poiché possono essere stimate attraverso la procedura analizzata nelle Sezioni precedenti e visto che $\text{EDF} = \mathcal{N}(-d_2)$, è più conveniente riscrivere l'Equazione 5.37 come:

$$\text{EDF}^{risk-neutral} = \mathcal{N}\left[\mathcal{N}^{-1}\left(\text{EDF}\right) + \frac{(\mu - r)}{\sigma}\right], \tag{5.38}$$

in cui $\mathcal{N}^{-1}$ rappresenta la funzione quantile della v.c. normale standard, ovvero la funzione inversa della sua legge di probabilità cumulata (cfr. Appendice A). L'Equazione 5.38, inoltre, ha il pregio di evidenziare il rapporto tra le EDF™c.d. *actual* e quelle calcolate ipotizzando la neutralità al rischio. Più precisamente, se $r \notin \mu$ (ovvero se il premio al rischio è positivo), si ha che $\text{EDF} \notin \text{EDF}^{risk-neutral}$.

A questo punto, grazie ai risultati di Sharpe [93], secondo il CAPM si ha che:

$$r_e = r_f + \beta(r_{mkt} - r_f) \qquad \beta = \frac{\sigma_{r_e,r_{mkt}}}{\sigma^2_{mkt}} = \rho_{r_e,r_{mkt}}\left(\frac{\sigma_e}{\sigma_{mkt}}\right), \tag{5.39}$$

in cui r_e è il rendimento dell'equity, r_{mkt} il rendimento del mercato, r_f il tasso privo

di rischio, β la misura del rischio sistematico, $(r_{mkt} - r_f)$ il *market risk-premium* per unità di rischio sistematico, σ_e σ_{mkt} rispettivamente lo scarto quadratico medio dei rendimenti azionari e di mercato e, infine, $\rho_{r_e,r_{mkt}}$ il coefficiente di correlazione lineare tra i rendimenti dell'equity e quelli del mercato azionario.

Ponendo $r_e = \mu$, $r_f = r$ e $\sigma_e = \sigma$, riaggiustando i termini dell'Equazione 5.39, si ottiene che:

$$\begin{aligned} \frac{\mu - r}{\sigma} &= \frac{\beta(r_{mkt} - r)}{\sigma} \\ &= \frac{\rho_{\mu,r_{mkt}}\left(\frac{\sigma}{\sigma_{mkt}}\right)(r_{mkt} - r)}{\sigma} \\ &= \rho_{\mu,r_{mkt}}\left[\frac{(r_{mkt} - r)}{\sigma_{mkt}}\right]. \end{aligned} \tag{5.40}$$

Pertanto, sostituendo il risultato dell'Equazione 5.40 nell'Equazione 5.38, si ha che:

$$\text{EDF}^{risk-neutral} = \mathcal{N}\left[\mathcal{N}^{-1}\left(\text{EDF}\right) + \rho_{\mu,r_{mkt}}\left(\frac{r_{mkt} - r}{\sigma_{mkt}}\right)\right]. \tag{5.41}$$

Osservando l'Equazione 5.41, risulterà a questo punto evidente che $\mathcal{N}^{-1}(\text{EDF})$ è calcolabile attraverso le procedure analizzate nelle Sezioni precedenti, il premio per il rischio $(r_{mkt} - r)$ e la volatilità dei rendimento del portafoglio di mercato σ_{mkt} sono stimabili a partire dai dati osservati sul mercato e $\rho_{\mu,r_{mkt}}$ è pari al valore dell'R-*squared* della regressione lineare $\mu = \alpha + \beta(r_{mkt} - r) + \epsilon,\ \epsilon \sim i.i.d.\ \mathcal{N}(0,1)$.

In pratica, come noto in finanza, il premio al rischio di mercato è un valore instabile nel tempo e, come dimostrato nell'Appendice B, la distribuzione dei rendimenti azionari non è normale. Pertanto, in *PortfolioManager*™ si è optato per calibrare il premio al rischio attraverso una procedura iterativa trattata da Crouhy, Galai e Mark [33] al fine di ottenere stime per quanto possibile accurate. Il valore delle EDF neutrali al rischio così determinato può essere sostituito nell'Equazione 5.34 per la stima del valore attuale delle esposizioni in portafoglio.

Capitolo 6

Pricing e misure di rendimento *risk-adjusted*

6.1 Pricing delle esposizioni creditizie

6.1.1 Considerazioni introduttive

L'attività di *pricing* di un'esposizione creditizia consiste nella quantificazione del tasso attivo da applicare ad un'esposizione al fine di riflettere il rischio insito nella medesima e di remunerare adeguatamente il capitale economico allocato dalla banca a fronte del rischio cui si espone. Ne deriva che, viste le particolari esigenze degli intermediari creditizi, si ritiene preferibile parlare di attività di *pricing* aggiustato per il rischio.

Chiaramente, il *pricing* deve tenere in considerazione anche i costi operativi che l'intermediario sostiene nello svolgimento della propria attività. In questo contesto, particolarmente rilevanti sono i criteri di attribuzione dei costi. Tale aspetto, tuttavia, è del tutto estraneo ai fini del presente lavoro poiché riguarda questioni di contabilità analitica e di analisi dei costi. Conseguentemente, nell'ambito del presente Capitolo si affronterà la questione in modo marginale indicando solamente l'esistenza di tali componenti di costo che, come tutti gli altri, devono trovare adeguata copertura sullo *spread* applicato dalla banca alla propria clientela.

Un secondo aspetto degno di nota riguarda i vincoli esterni che devono essere tenuti in considerazione nel corso dell'attività di *pricing*. Tali vincoli sono di ordine:

a) microeconomico, in quanto connessi alle modalità di formazione dei prezzi sul mercato. Nell'abito di tali vincoli, si ritiene necessario distinguere tra:

i. impresa bancaria *price-taker* che si ha qualora l'intermediario operi in un mercato sufficientemente efficiente con elasticità della domanda al prezzo tale da impedirgli di fissare il prezzo (*spread*) unicamente secondo le proprie esigente e disgiuntamente dalle dinamiche che soggiacciono alla formazione dei prezzi;

ii. impresa bancaria *price-setter* che opera in un mercato inelastico e beneficia del potere contrattuale sufficiente alla determinazione autonoma dei prezzi da applicare alla propria clientela, ovvero della redditività dei propri attivi.

b) finanziario, ovvero legati all'obiettivo di redditività della banca. Infatti, come accade per ogni settore dell'economia, è possibile osservare a partire dai dati di mercato un livello di rendimento tipico per settore di attività. In aggiunta, si è detto che ogni intermediario necessità di una quantità di capitale di rischio da allocare a copertura dei rischi derivanti dai propri attivi. Tale capitale, ovviamente, deve essere remunerato secondo le aspettative di rendimento dei soggetti che lo hanno apportato, ovvero al tasso direttamente o indirettamente concordato dalla banca coi propri azionisti e che tenga comunque conto del tasso di rendimento settoriale. In questo contesto, a parità di rischio dell'investimento, gli azionisti di un intermediario saranno disposti ad apportarvi capitale solamente qualora le aspettative di remunerazione siano adeguate rispetto al rischio e almeno allineate a investimenti alternativi. Ciò, in definitiva, impone alla banca di conseguire una rendimento "minimo" sul capitale che si configura come un vincolo gestionale che impatta anche sull'attività di *pricing*.

Se l'intermediario fosse *price-setter*, il vincolo finanziario, in verità, non configurerebbe un reale parametro da tenere in considerazione. Infatti, in questo caso, la banca non avrebbe problemi ad assicurare ai propri azionisti aspettative di rendimento almeno pari a quelle settoriali in quanto in grado di auto-determinare la redditività dei propri impieghi. Contrariamente, in caso di banca *price-taker*, ovvero di banca che grossomodo deve uniformarsi ai prezzi correntemente praticati sul mercato, il vincolo finanziario assume una rilevanza del tutto diversa. Più in particolare, in questa situazione, la banca deve riuscire a praticare tassi sufficientemente contenuti da non essere fuori mercato e, contemporaneamente, deve assicurare aspettative di rendimento tali da attrarre il pubblico degli investitori. Tale necessità si ripercuote sia sul livello di efficienza operativa e sia nella qualità delle decisioni più strettamente connesse all'attività bancaria, ovvero a quelle scelte che alla fine determinano la quantità di capitale economico necessaria e la redditività degli impieghi.

Sotto un altro punto di vista, anche la finalità del *pricing* differisce a seconda che ci si riferisca ad intermediari *price-setter* o *price-taker*. Nel primo caso, infatti, è possibile

parlare di *pricing* in senso proprio del termine tanto che l'attività in oggetto richiederebbe la quantificazione di tutti i costi (ivi compresi quelli per il rischio) singolarmente per ogni esposizione in portafoglio al fine di fissare lo *spread* da applicare, visto anche il tasso di rendimento *target*. Nel secondo caso, invece, la banca non può fissare lo *spread* autonomamente e deve limitarsi ad applicare quello osservato sul mercato, a sua volta determinato secondo ottiche concorrenziali. Conseguentemente, lo scopo del *pricing* non può essere la determinazione dello *spread*, ma piuttosto la formulazione di una valutazione di convenienza relativa all'assunzione o meno di un determinato rischio, ciò sulla base della struttura dei costi della banca (costi operativi, di *funding* e per il rischio) dello *spread* di mercato osservato e della rischiosità implicita nella posizione che costituisce oggetto specifico di valutazione.

Un'ulteriore considerazione riguarda l'utilità di una corretta attività di *pricing* delle esposizioni in relazione al ciclo economico e alla differimento temporale con cui si verificano le conseguenze negative delle posizioni di rischio contratte e del relativo *pricing*.

Sotto quest'ultimo punto di vista, è evidente come la valutazione di un'esposizione è, spesso, condotta *ex ante* rispetto all'effettivo manifestarsi degli eventi creditizi ad essa connessi. Conseguentemente, l'attività di *pricing*, se adeguata, consente di evitare di assumere rischi il cui corrispettivo non è adeguato alla loro entità o, al contrario, attribuire *spread* troppo elevati rispetto a quello di mercato. Tali considerazioni sono senz'altro valide per intermediari *price-setter*, ma si configurano come aspetti degni di nota anche per le banche *price-taker* ciò perché l'individuazione dei rischi "accettabili" richiede la quantificazione del capitale economico assorbito in ottica di portafoglio (ovvero in modo tale da considerare i legami di dipendenza tra le esposizioni). Quest'ultimo parametro, infatti, rappresenta una caratteristica unica e tipica della banca che conduce la valutazione. La struttura delle correlazioni, e quindi la composizione del portafoglio, impattano sulla quantità di capitale economico da allocare a copertura di ogni esposizione e, dunque, sul costo del rischio ad essa connesso. Ne deriva che, assumendo lo *spread* da applicare come un valore deterministico originatosi in ottica concorrenziale, il rischio connesso ad una data esposizione potrebbe essere accettabile per una banca e non accettabile per un altra. Pertanto, in modo più preciso rispetto a quanto precedentemente affermato, l'attività di *pricing* per una banca *price-taker* è finalizzata alla formulazione di una valutazione di convenienza *ad hoc* che tenga conto del portafoglio già detenuto allo scopo di identificare ed assumere le posizioni di rischio che creino valore per gli azionisti[1].

[1]Per la trattazione delle misure di rendimento *risk-adjusted* e della creazione di valore vedere Sezione 6.2.

Detto questo, è possibile evidenziare anche il legame tra *pricing* e ciclo economico. Infatti, qualora la banca utilizzi modelli *forward-looking* e sensibili al ciclo economico per la gestione del rischio di credito (come, ad esempio, i modelli trattati nel Capitolo 5), la stessa è in grado di formulare valutazioni di convenienza in ottica prospettica più accurate, vista l'avvicendarsi delle diverse fasi del ciclo economico e la prevedibile evoluzione del portafoglio che già detiene. In questo modo, è possibile evitare, per quanto possibile, la sistematica accettazione di rischi insufficientemente remunerati durante periodi di espansione economica, distruggendo irrimediabilmente valore per i propri azionisti, nonché il sistematico *over-pricing* delle esposizioni in fasi economiche recessive[2].

6.1.2 Quantificazione dei costi del rischio

Ritornando all'obiettivo di determinare un indicatore generale del rischio, è necessario soffermarsi sulla questione in quanto, come già detto, non si tratta solamente di calcolare un percentile di una distribuzione di probabilità, ma si tratta anche di convertire gli effetti del rischio in termini di prezzi. Conseguentemente, l'obiettivo non è tanto misurare il rischio, ma piuttosto è quello di prezzarlo e di esprimerlo in termini di componenti aggiuntive di costo che impattano sulla valutazione di un business, tutto ciò attraverso il concetto di capitale.

Nella Sezione 4.2.1 si è detto che le perdite inattese di portafoglio sono minori o uguali alla somma delle perdite inattese *stand alone* e che è possibile calcolare il contributo al rischio complessivo di ogni posizione di rischio tenendo conto della struttura di dipendenza delle esposizioni e, quindi, del beneficio di diversificazione. Detto questo, l'obiettivo è quello di impiegare la misura della contributo al capitale economico assorbito a fini di *pricing* e di misurazione della redditività *risk adjusted*. Come anticipato, l'obiettivo è perseguibile attraverso l'imputazione di costi aggiuntivi che derivano direttamente dal profilo di rischio della banca. Si osservi che le registrazioni contabili non considerano il costo del rischio, tanto che i conti economici di due imprese, a parità indici di redditività, possono sottendere ad assunzioni di rischio anche molto diverse. Lo scopo del *risk adjustment*, dunque, è quello di evidenziare, a parità di altre condizioni, l'impatto del rischio sulle performance aziendali in termini di costi aggiuntivi, al fine di svolgere un'attività di *pricing* e di misurazione delle performance che tengano conto di tutti gli aspetti rilevanti.

[2]Tali considerazioni hanno anche evidenti implicazioni di prociclicità del ciclo economico, tuttavia esse non rientrano tra gli obiettivi del presente lavoro e, pertanto, verranno successivamente ignorate.

Altri risultati utili ai fini del presente capitolo riguardano la natura delle perdite:

a) le *Expected losses* rappresentano il valore medio della distribuzione delle perdite e determinano l'ammontare degli accantonamenti e delle svalutazioni da imputare a conto economico: esse, in quanto componente di perdita attesa, non rappresentano un rischio in senso stretto del termine;

b) le *Unexpected losses*, sono determinate per differenza tra l'α-percentile della distribuzione di perdita e le perdite attese. Esse possono essere altresì interpretate come volatilità della perdita e, pertanto, rappresentano l'effettiva componente rischiosa che deve trovare copertura nel capitale della banca. Conseguentemente, il costo di reperimento di tale ammontare di capitale, o *Cost of Risk*, è rappresentato dal costo dell'*Unexpected Losses* di portafoglio, ovvero dalla somma dei costi dei contributi al rischio individuali.

Proseguendo oltre, per calcolare *ex ante* il risultato *risk adjusted* è necessario definire l'utile *target* e, sulla base di questo, determinare i *Profits*, rappresentati dal tasso attivo praticato. E' evidente che tale processo implica un problema decisionale e strategico connesso alla determinazione del prezzo da praticare sul mercato. Infatti, i *Profits* sono una variabile endogena connessa alla decisione relativa agli *spread* da applicare alla propria clientela. Da questo punto di vista, però, è necessario tenere presente che assumono rilevanza i vincoli di mercato analizzati nella Sezione 6.1.1. In aggiunta, a tal proposito, sono dovute ulteriori considerazioni di carattere microeconomico.

Come noto, la teoria microeconomica afferma che, in equilibrio, il prezzo offerto deve essere tale da annullare ogni rendimento. Più in particolare, ciò non significa che la remunerazione per l'attività imprenditoriale sia nulla poiché tale componente viene computata nella funzione di costo. In altri termini, quanto afferma la teoria microeconomica non è rappresentato dall'assoluta assenza di rendimento per il lavoro imprenditoriale, ma piuttosto l'impossibilità in condizioni di equilibrio di mercato di ottenere extra-rendimenti rispetto al tasso di remunerazione settoriale. Pertanto, è possibile interpretare il costo del rischio come il rendimento richiesto dai portatori di capitale, ovvero la remunerazione per l'imprenditore calcolabile come prodotto tra quantità di capitale allocata e tasso di rendimento settoriale. In altri termini, il *Cost of Risk* (CoR = $k\text{UL}_p$) rappresenta il rendimento dell'imprenditore dopo aver allocato un ammontare pari a UL_p di capitale. Ne consegue che il *risk adjustment* sia l'elemento che permette di rendere consistente il *pricing* di un *asset* con la teoria microeconomica di equilibrio dei mercati.

Con le dovute premesse, a questo punto è possibile procedere con la determinazione del tasso attivo da praticare. A tal fine è necessario utilizzare la seguente

relazione:

$$(1 + r) = (1 + x)(1 - \text{PD}) + \text{PD} \cdot \text{RR} - \text{C} - k\text{UL}_c\,, \tag{6.1}$$

da cui, isolando x, si ottiene:

$$x = \frac{[r + \text{PD}(1 - \text{RR}) + \text{C} + (k - r)\text{UL}_c]}{(1 - \text{PD})}. \tag{6.2}$$

Il valore di k che verifica l'equazione viene anche detto *Hurdle Rate*, ovvero il tasso che rende i profitti pari a zero. Un'implicazione riguarda l'eventuale scostamento del reale valore assunto da k rispetto al reale valore dell'*Hurdle Rate*, infatti:

- se $k >$ *Hurdle Rate*, si è in presenza di un extra-rendimento per i portatori del capitale di rischio;
- se $k \notin$ *Hurdle Rate*, si ha una distruzione di valore poiché non si remunerano adeguatamente tutti i fattori produttivi.

Ciò porta ad introdurre il fondamentale concetto di *Value Based Management* il cui obiettivo, considerato che la sola remunerazione di tutti i fattori produttivi non genera valore, è quello di ottenere extra-profitti attraverso il mantenimento di un valore di k superiore a quello di equilibrio rappresentato dal *Hurdle Rate*. Tale concezione ha condotto, nel corso degli anni '90, la banca d'investimento Banker Trust ad isolare il concetto di *Economic Value Added* - EVA.

$$\text{EVA} = (\textit{Revenues Net of Expected Cost}) - k\text{UL}_p \tag{6.3}$$

$$k\text{UL}_p = (\textit{Cost of Capital})(\textit{Economic Capital}) \tag{6.4}$$

Se il *Cost of Capital* eguaglia l'*Hurdle Rate* non si ha alcuna generazione di valore, se invece il *Cost of Capital* è strettamente maggiore dell'*Hurdle Rate* si ottiene un generazione di valore e, di conseguenza, l'EVA è positivo. Pertanto, in equilibrio, il valore dell'EVA non può che essere pari a zero: ciò significa che l'azionista non ottiene alcuna remunerazione aggiuntiva per il capitale di rischio apportato[3].

6.1.2.1 Costi connessi alle perdite attese e inattese

Nei Capitoli precedenti si è fatto riferimento alle *Expected Losses* e alle *Unexpected Losses*. Da qui, è possibile scomporre il rischio in due componenti riconducibili rispettivamente alle perdite attese e inattese. L'idea è quella di determinare un tasso attivo tale da coprire tutti i costi per le perdite attese e inattese e in modo che il rendimento atteso sul prestito sia pari al rendimento *risk-free*. Ciò si pone in sostanziale rapporto di

[3] Le misure di performance aggiustate per il rischio verranno trattate in modo più approfondito nella Sezione 6.2.

coerenza con la teoria microeconomica di cui si è accennato nelle Sezioni 6.1.1 e 6.1.2. In aggiunta, tale modo di procedere appare fondato anche dal punto di vista finanziario. Infatti, dopo aver definito una tasso attivo sufficientemente elevato da coprire tutti i costi, compresi quelli per il rischio assunto dalla banca, è possibile affermare che per quest'ultima il rendimento atteso di equilibrio sul prestito sia pari al rendimento privo di rischio, ovvero quel tasso che remunera un capitale che verrà rimborsato con certezza alla scadenza prestabilita o, in altri termini, il costo del tempo che la banca sostiene per la mancata disponibilità dei valori prestati.

Procedendo in questa direzione, se s_{EL} è lo *spread* da applicare a copertura delle perdite attese e r_f il *risk-free rate*, si ha che:

$$(1 + r_f + s_{\text{EL}})\Big[(1 - \text{PD}) + \text{PD} \cdot \text{RR}\Big] = (1 + r_f). \tag{6.5}$$

Posto che $\text{RR} = 1 - \text{LGD}$, l'Equazione 6.5 può essere riscritta come:

$$(1 + r_f + s_{\text{EL}})\Big[(1 - \text{PD}) + \text{PD}(1 - \text{LGD})\Big] = (1 + r_f). \tag{6.6}$$

Isolando $(1 + r_f + s_{\text{EL}})$, è possibile ottenere:

$$(1 + r_f + s_{\text{EL}}) = \frac{(1 + r_f)}{\Big[1 - (\text{PD} \cdot \text{LGD})\Big]}. \tag{6.7}$$

Ponendo che $\text{PD} \cdot \text{LGD} = \text{ELR}$, ovvero l'*Expected Loss Rate*, e isolando questa volta $r_f + s_{\text{EL}}$, l'Equazione 6.7 diventa:

$$(r_f + s_{\text{EL}}) = \frac{\Big[r_f + (\text{PD} \cdot \text{LGD})\Big]}{\Big[1 - (\text{PD} \cdot \text{LGD})\Big]} = \frac{r_f + \text{ELR}}{1 - \text{ELR}}. \tag{6.8}$$

Dall'Equazione 6.8, infine, è possibile determinare il valore da attribuirsi allo *spread* dovuto alle perdite attese sul credito erogato. Tale quantità è pari a:

$$s_{\text{EL}} = \frac{\text{ELR}(1 + r_f)}{1 - \text{ELR}}. \tag{6.9}$$

Tuttavia, i risultati ottenuti fino a questo punto non sono ancora in linea con la teoria microeconomica poiché non tengono in considerazione dell'avversione al rischio delle banche e, quindi, del costo delle perdite inattese (ovvero del costo del rischio). Quest'ultimo si è detto essere calcolabile come prodotto tra rendimento richiesto dagli azionisti (r_e) e capitale economico (EC). Pertanto, ponendo tale quantità pari al VaR,

l'Equazione 6.5 diventa:

$$(1 + r_f + s_{\text{EL}} + s_{\text{UL}})\Big[(1 - \text{PD}) + \text{PD} \cdot \text{RR}\Big] = (1 + r_f) + \text{VaR}(r_e - r_f). \tag{6.10}$$

Dal punto di vista puramente interpretativo, l'Equazione 6.10 afferma che il tasso attivo richiesto dalla banca al proprio cliente sia pari al tasso *risk-free* aumentato di uno *spread* dovuto ai costi connessi alle perdite attese e ad un altro dovuto alle perdite inattese. Tale quantità deve essere pari al tasso privo di rischio aumentato del prodotto tra capitale economico assorbito e premio al rischio richiesto dagli azionisti della banca[4]. In altri termini, l'Equazione 6.10 stabilisce l'uguaglianza tra tasso attivo praticato alla clientela e costo del *funding* per l'intermediario (debito e equity).

A questo punto, a partire dall'Equazione 6.10, secondo procedimenti analoghi a quelli svolti per l'Equazione 6.5, è possibile ottenere anche il valore dello *spread* da applicare a copertura delle perdite inattese (s_{UL}):

$$(r_f + s_{\text{EL}} + s_{\text{UL}}) = \frac{r_f + \text{ELR} + \text{VaR}(r_e - r_f)}{1 - \text{ELR}} \tag{6.11}$$

$$(s_{\text{EL}} + s_{\text{UL}}) = \frac{(1 + r_f)\text{ELR} + \text{VaR}(r_e - r_f)}{1 - \text{ELR}}. \tag{6.12}$$

Sostituendo la formulazione di s_{EL} dell'Equazione 6.9 nell'Equazione 6.12 e riaggiustando i termini per isolare s_{UL} si ottiene che:

$$s_{\text{UL}} = \frac{\text{VaR}(r_e - r_f)}{1 - \text{ELR}}. \tag{6.13}$$

Da ultimo, volendo unificare i risultati ottenuti con le Equazioni 6.9 e 6.14, il tasso attivo (r_i) richiesto dalla banca è definito da:

$$\begin{aligned} r_f + s_{\text{EL}} + s_{\text{UL}} &= r_f + \frac{\text{ELR}(1 + r_f)}{1 - \text{ELR}} + \frac{\text{VaR}(r_e - r_f)}{1 - \text{ELR}} \\ r_i &= r_f + \frac{\text{ELR}(1 + r_f) + \text{VaR}(r_e - r_f)}{1 - \text{ELR}}. \end{aligned} \tag{6.14}$$

6.2 *Risk Adjusted Performance Measure*

Proseguendo oltre, è possibile affermare che il *return on equity* (ROE) sia una misura del costo del capitale. In altre parole, si definisce il ROE sulla base del rendimento atteso di un determinato business. Tale valore, tuttavia, non considera in alcun modo

[4]Si ricordi che il capitale di rischio è assorbito idealmente da un'esposizione rischiosa poiché, di fatto, tale esposizione è finanziata unicamente attraverso capitale di debito. Per tale ragione, il VaR è moltiplicato solamente per la differenza tra tasso privo di rischio e rendimento richiesto sull'equity.

che possano verificarsi scostamenti dal valore atteso in misura più o meno rilevante, assodato il fatto per cui vi siano business con scostamenti dalle attese potenzialmente molto elevati e altri caratterizzati da scostamenti decisamente più contenuti. Più in generale, nel caso in cui si espliciti solamente il valore atteso si perde la capacità di considerare l'effetto dei potenziali scostamenti. Invece, qualora si adotti una logica di tipo stocastico, ovvero nel caso in cui si consideri nell'analisi l'intera distribuzione di probabilità e non solamente il suo momento primo, è possibile correggere, per una data quantità di capitale che implica una determinata *probability of default*, la misura di redditività del business anche in funzione del costo di quell'ammontare di capitale. Pertanto, rispetto alla misura classica di valore atteso, per la quale l'intera *Profit&Loss Distribution* degenera in un unico valore rappresentato dal suo momento primo, nel caso in cui si consideri l'intero *risk profile*, è possibile mantenere l'informazione relativa al momento secondo della distribuzione di probabilità, ovvero l'informazione relativa agli scostamenti possibili dal valore atteso. L'ammontare di capitale, inoltre, impatta sul profilo di redditività del business perché aggiunge un costo, ovvero il costo di reperimento di quel dato ammontare di capitale; invece, la *probability of default* associata impatta sul medesimo profilo di redditività perché influisce sui costi di conto economico direttamente connessi all'affidabilità dell'impresa sul mercato e, quindi, alla sua solidità.

Più in particolare, maggiore è l'affidabilità, maggiori saranno i costi connessi al reperimento del capitale di rischio e minore sarà la PD, nonché il conseguente costo del capitale di debito; viceversa, minore è il capitale di rischio, ovvero il grado di affidabilità conseguente ad una PD elevata, minore sarà il costo del capitale di rischio, mentre maggiore sarà quello del capitale di debito. Rappresentando la situazione in questo modo, è possibile esplicitare tutti gli elementi suddetti e, quindi, ridurre il problema in termini di prezzo e di impatti su prezzi già noti. Dunque, data la composizione della variabile casuale e l'ammontare di *Loss Adsorbing Capacity*, si è in grado di tradurre tali informazioni in termini di effetti sul costo del capitale di rischio e di debito e, sulla base di questi ultimi, a correggere la redditività del business aggiungendo componenti di costo ulteriori rispetto al conto economico classico, ovvero il costo esplicito dell'ammontare del capitale di rischio e il costo derivante dallaPD. Detto questo è possibile introdurre la nozione di *Risk Adjusted Performance Measure* (RAPM) che rappresentano le modalità attraverso le quali è possibile tradurre in forma di prezzi gli effetti di un *risk profile*; tanto che non si va a quantificare una caratteristica della distribuzione di probabilità Profit&Loss poiché, in questo caso, si porrebbero problemi relativi alla simmetria della distribuzione stessa, a sua volta legati alla focalizzazione sulla coda positiva piuttosto che su quella negativa, e all'esplicitazione dei termini di avversione al rischio.

Ritornando a parlare delle misure di redditività, ogni impresa ha un ROE atteso e un ROE effettivo che vengono usati sia in ottica di pianificazione strategica e sia in termini consuntivi. A partire dal ROE è possibile ottenere la sua versione *risk adjusted* (c.d. "*Risk Adjusted Return On Capital*" - RAROC) semplicemente considerando nel computo del ROE il costo del capitale e i costi connessi alla *probability of default*. Una seconda *risk adjusted performance measure* è rappresentata dall'*Economic Value Added* (EVA) di cui si è già discusso.

Gli strumenti di analisi corretti per il rischio sono utili in ambito bancario nel momento in cui una banca si trova a dover valutare particolari attività per loro natura illiquide come i finanziamenti non incorporati in strumenti finanziari. In questi casi, la banca si trova nelle condizioni di dover decidere se intraprendere un determinato business; ognuno di questi è caratterizzato da un proprio profilo di rischio, con un valore atteso e una coda negativa particolarmente accentuata (probabilità che la controparte non adempia all'obbligazione di restituire il finanziamento). Le entrate, in caso di adempimento del debitore, sono note in quanto derivanti da clausole contrattuali; mentre, in caso di insolvenza, le perdite sono aleatorie e deriveranno anche dalla capacità della banca di rientrare delle somme prestate e all'andamento del mercato delle garanzie. In questo contesto non si vuole determinare la volatilità, infatti l'obiettivo è di tradurre l'aleatorietà in costi da imputare a conto economico. Per mantenere la banca operativa, pertanto, è necessario aver accantonato abbastanza capitale da poter assorbire tali perdite, senza perdere di vista il fatto che tale capitale ha un costo. Dunque, più il merito di credito della clientela è basso, ovvero tanto maggiore è la PD, tanto la dotazione patrimoniale della banca lascerà esposti un numero maggiore di eventi negativi che, a loro volta si traducono in una maggiore PD per la banca. Per questo motivo, i soggetti che prestano risorse alla banca richiederanno un rendimento maggiore, così generando maggiori costi di *funding* per la banca medesima ovvero, in definitiva, di costi legati al suo profilo di rischio. Pertanto, è necessario che quest'ultima adotti misure di rendimento *risk adjusted*, e non ragioni soltanto sui valori attesi. Così facendo, non si fa altro che tradurre il rischio in componenti di costo che gravano sul conto economico, tanto che, come già affermato, è possibile affermare come l'obiettivo non sia quello della misurazione del rischio, ma nella sua conversione in prezzi. In altri termini, la dispersione attorno al valore atteso della variabile aleatoria viene convertita in costi da imputare a conto economico. Pertanto, per misurare il rischio è necessario disporre di una stima del profilo di rischio del business per poi determinare l'ammontare di capitale coerente con una data *probability of default*. Ciò permette di esplicitare la variabile casuale in termini di componenti aggiuntive che gravano sul conto economico come costo-prezzo del rischio.

Capitolo 7

Capital allocation

7.1 Considerazioni introduttive

Gli intermediari creditizi, generalmente, operano in entro più comparti del settore del credito (attività di negoziazione avente ad oggetto *bond* e strumenti derivati, credito alle imprese, credito al consumo, ecc.). L'esigenza di conseguire un'allocazione del capitale tra le singole *business units* sia una componente di estrema rilevanza nell'ambito della gestione dell'intermediario stesso, tanto che:

a) gli intermediari devono detenere almeno il requisito patrimoniale minimo richiesto dalla disciplina di vigilanza;

b) il capitale necessario all'assolvimento degli obblighi di vigilanza ha un costo pari al rendimento atteso dagli azioni dell'intermediario;

c) il mercato di riferimento è altamente dinamico e in continua evoluzione;

d) esigenze di pianificazione strategica, programmazione e controllo, nonché di reperimento del capitale richiedono un continuo adattamento degli obiettivi di budget in funzione delle prospettive di rendimento dei diversi comparti del credito.

Conseguentemente, gli obiettivi che si intendono raggiungere attraverso un'efficiente allocazione del capitale riguardano:

a) il rispetto attuale e prospettico del requisiti patrimoniali richiesti;

b) il raggiungimento di un'efficiente programmazione dal punto di vista della disponibilità attuale e prospettica di capitale;

c) la stesura di piani strategici che tengano conto anche delle capacità dell'istituzione di reperire capitale;

d) un'efficace strumento per la gestione dei rischi in considerazione del fatto che l'allocazione del capitale la programmazione strategica, dovendo ottimizzare al meglio l'assunzione dei rischi tenendo conto della quantità di capitale disponibile, consentono di stabilire obiettivi in linea con le potenzialità dell'istituzione;

e) migliori decisioni relative ai comparti del settore del credito verso cui orientare maggiormente la propria attività allocando una maggior quantità di capitale alle relative *business units*.

Ne deriva che il processo di *capital allocation* sia un processo di ottimizzazione vincolata finalizzato alla massimizzazione dell'efficienza nell'utilizzo del capitale, al contenimento del rischio e alla creazione di valore per gli azionisti, che tenga debitamente conto delle esigenze e degli obiettivi delle maggiori funzioni della banca sia in termini attuali e sia prospettici. Conseguentemente una buona allocazione del capitale può essere raggiunta solamente in presenza di una struttura organizzativa adeguata e dotata di strumenti di calcolo adeguati allo scopo. Pertanto, appaiono necessari sia l'intervento del c.d. "fattore umano" nella formulazione delle previsioni, nella pianificazione strategica e nella scelta delle politiche di business, sia l'adozione di strumenti quantitativi per la formulazione delle decisioni futuro ed il monitoraggio continuo degli obiettivi raggiunti e della situazione dell'intermediario. Questi ultimi aspetti verranno approfonditi nelle successive Sezioni 7.2 e 7.3.

7.2 Aspetti organizzativi per le decisioni di *capital allocation*

Si è detto nella Sezione 7.1 come il processo di allocazione del capitale sia un procedimento di rilevanza centrale per gli intermediari e che la sua complessità richiede la predisposizione di una struttura organizzativa idonea ad agevolare il rapporto tra i responsabili delle diverse funzioni aziendali coinvolte. Ebbene, a questo punto risulta evidente che l'argomento oggetto di trattazione presenti un livello di complessità notevole; pertanto, si ritiene opportuno riportare le parole testuali di Resti e Sironi che, a parere di chi scrive, sono riusciti a cogliere in poche righe l'essenza e gli obiettivi del processo di *capital allocation* nelle banche.

> *"Allocare il capitale significa assegnare a ogni unità operativa una dotazione figurativa di patrimonio, richiedendole di remunerarlo in maniera adeguata a soddisfare le aspettative degli azionisti. Così facendo, si creano i presupposti per un efficace sistema di misurazione delle performance corrette per il rischio, che consenta di verificare quali unità operative, all'interno della banca, stanno creando valore per gli azionisti e quali invece assorbono risorse che potrebbero essere utilizzate in modo più efficiente".*
>
> Resti e Sironi [88, p. 829]

Gli Autori, in modo chiaro e conciso, fanno emergere il nesso causale tra *capital allocation* e la misurazione delle *performance* della banca corrette per il rischio e la creazione

di valore per gli azionisti (cfr. Capitolo 6.2)[1]. Quest'ultimo obiettivo, a sua volta, è raggiunto attraverso la modulazione degli obiettivi delle funzioni aziendali coinvolte (*risk management*, pianificazione strategica, programmazione e controllo, *capital manager* e divisione finanza) le cui ripercussioni sono osservabili attraverso l'ammontare di capitale allocato alle diverse *business units* (o *risk-taking units*) che materialmente si occupano dell'operatività della banca nei comparti del settore del credito in cui essa è attiva. Conseguentemente, è possibile affermare che il processo di allocazione del capitale nelle banche si ripercuote sull'intera istituzione, tanto da rendersi necessaria la considerazione dell'impatto delle decisioni assunte sia a livello integrato e sia a livello di singola funzione e di singola *business units* al fine di cogliere le determinanti delle reciproche influenze.

Da un altro punto di vista, qualora la struttura organizzativa dell'intermediario sia articolata anche per abiti territoriali, le decisioni di *capital allocation* possono essere intraprese in modo più granulare, ovvero operando delle suddivisioni all'interno delle stesse *business units* in modo tale da tener conto dell'articolazione territoriale presente al loro interno. In questo modo sarà possibile allocare in modo efficiente la quota ideale di capitale attribuito alla specifica unità di business tenendo conto della sua articolazione interna.

Come conseguenza di quanto precedentemente affermato, è evidente come l'importanza del processo di allocazione del capitale, all'aumentare delle dimensioni dell'intermediario e del grado di complessità organizzativa e gestionale, comportino un processo di decentralizzazione delle decisioni dagli organi e dalle funzioni superiori alle unità di business sempre più specializzata, passando ovviamente per tutti i livelli intermedi dell'organizzazione della banca. Tutto ciò ha ripercussioni di rilievo sul funzionamento interno degli intermediari, infatti:

a) si incentiva la competitività tra le singole *business units* poiché, anche a causa della struttura del sistema di remunerazione che prevede generalmente una componente variabile della remunerazione in funzione degli obiettivi raggiunti, le unità che generano maggiore valore per gli azionisti ricevono una maggior quantità di capitale ideale;

b) le decisioni di *capital allocation* più granulari vengono decentralizzate verso livelli inferiori della gerarchia dell'intermediario, ovvero a quei soggetti che, intuitivamente, hanno una conoscenza più specifica comparto del credito di cui si

[1] E' bene evidenziare che la *capital allocation*, per tramite delle *risk-adjusted performance measures*, è strettamente connessa anche alla questione del *pricing* delle esposizioni (cfr. Capitolo 6). Per avere una conferma di tale affermazione si vedano le considerazioni riportate nella Sezione 7.1 in relazione all'influenza delle dinamiche di mercato, delle aspettative di rendimento nei diversi comparti del credito e degli obiettivi di pianificazione strategica.

occupano e si trovano nelle condizioni di ri-allocare il capitale presso le diverse articolazioni in cui la singola *business unit* è idealmente suddivisa.

La Tabella 7.1 riporta un esempio che, pur se astratto e semplicistico, consente di rappresentare in modo relativamente semplice il processo di *capital allocation*. La Tabella 7.1 consente, inoltre, di evidenziare l'impatto delle esigenze delle singole funzioni aziendali su ogni *business unit* e le modalità attraverso le quali il capitale viene allocato, nonché le esigenze complessive delle funzioni aziendali coinvolte nel processo di allocazione del capitale. Da ultimo, per quanto riguarda gli strumenti quantitativi che si rendono necessari, la la Tabella 7.1 fa emergere la necessità che la banca si doti di strumenti in grado di fornire misure subadditive del capitale economico allocato. Tale ultimo aspetto verrà trattato nel corso della Sezione 7.3.

7.3 Strumenti quantitativi per le decisioni di *capital allocation*

La diffusione dei modelli VaR ha permesso, tra l'altro, l'utilizzo di strumenti quantitativi a supporto delle decisioni di *capital allocation* sempre più sofisticati. In aggiunta, come si è detto nel Capitolo 2, la ricerca scientifica ha prodotto misure di rischio più utili per il *risk management* in forza del rispetto degli assiomi di coerenza (cfr. Definizione 2.1.2) di Artzner, Delbaen, Eber e Heath [13]. Tuttavia, come ogni altro ambito dell'attività delle banche e degli altri intermediari finanziari, l'adozione di strumenti quantitativi non deve sostituire completamente l'intervento umano. Infatti, come evidenziato nella Sezione precedente, le decisioni di allocazione del capitale devono tenere in considerazione di aspetti non quantificabili o difficilmente quantificabili ad integrare i dati ottenuti tramite procedure informatiche automatizzate.

In linea di principio, gli strumenti di *capital allocation* devono possedere le seguenti caratteristiche:

a) essi devono consentire decisioni tali da tradursi un una creazione di valore e devono essere chiari, conosciuti e condivisi tra tutti i soggetti coinvolti, specialmente i responsabili delle *business units*;

b) il sistema di strumenti di allocazione del capitale deve essere integrato con il sistema di incentivazione dei responsabili delle *business units* in modo tale da indurle in competizione reciproca, tra l'altro senza compromettere la collaborazione;

c) tali strumenti devono essere in grado di orientare effettivamente l'attività gestoria e la strategia della banca e le misure di capitale allocato devono essere subadditive[2].

[2]Per la trattazione di tale proprietà delle misure di rischio si veda Sezione 2.1.

		Business units						***Obiettivi delle funzioni aziendali***
Comparto del credito		*Obbligazioni e derivati*		*Credito alle imprese*		*Credito al consumo*		
Area geografica di comp.		EUR	USA	EUR	USA	EUR	USA	
Funzioni	*Risk management*	X	X	X	X	X	X	Processo decisionale trasversale del *top management* per l'individuazione della quantità di capitale economico, delle *business units* e dei relativi criteri di allocazione
	Capital manager	X	X	X	X	X	X	
	Pianificazione strategica	X	X	X	X	X	X	
	Programmazione e controllo	X	X	X	X	X	X	
	Divisione finanza	X	X	X	X	X	X	
Decisione per comparto e per area geografica		EC all. a. EUR	EC all. a. USA	EC all. a.EUR	EC all. a. USA	EC all. a. EUR	EC all. a. USA	
Decisione per comparto (area geografica aggr.)		EC allocato per il *trading* su *bond* e deriv.		EC allocato per l'erog. del credito alle imprese		EC allocato per l'erog. del credito al consumo		
Decisione complessiva (comp. e a. geogr. aggr.)		Quantità di *economic capital* (EC) complessiva e individuazione delle *business units*						

Tabella 7.1: *Identificazione delle business units a fini di capital allocation*

Ai fini del presente lavoro è il requisito *sub* c) è quello che suscita maggiore interesse. Ciò poiché la subadditività assicura la coerenza tra le misure del capitale allocato alle diverse *business units* e il capitale complessivo, ovvero la LAC complessiva a livello di istituzione finanziaria complessiva. In altri termini, tale requisito assicura che le misure di capitale tengano debitamente conto dell'effetto diversificazione che si genera per a causa del rapporto di dipendenza tra i diversi rischi assunti e che vanno a costituire il portafoglio detenuto dall'intermediario. In termini formali, il requisito della subadditività assicura che:

$$\text{EC}^{p}_{tot} = \sum_{i=1}^{n} \text{EC}^{bu}_{i} \,. \tag{7.1}$$

In generale, per quanto riguarda gli effetti della diversificazione, il ragionamento è analogo a quello svolto nella Sezione 4.2.1 con riferimento alle perdite inattese di un portafoglio di esposizioni soggette al rischio di credito. Ne deriva che:

$$\text{EC}^{p}_{tot} \notin \sum_{j=1}^{m} \text{EC}^{asset}_{j} \,. \tag{7.2}$$

Conseguentemente, l'effetto differenziazione (ED) è dato da:

$$\text{ED} = \left(\sum_{j=1}^{m} \text{EC}^{asset}_{j} \right) - \text{EC}^{p}_{tot}. \tag{7.3}$$

Inoltre, sulla base dell'Equazione 7.2, è possibile affermare che l'effetto diversificazione sempre e comunque positiva[3].

Definizione 7.3.1 (*Diversified Economic Capital*)**.** La quantità EC^{p}_{tot} è definita *Diversified Economic Capital* (DEC) e rappresenta la quantità di capitale economico di cui un'istituzione finanziaria può disporre a copertura dei rischi derivanti dai propri *asset* considerati in ottica di portafoglio, ovvero considerando il minor assorbimento patrimoniale per via dell'effetto diversificazione.

Il ragionamento condotto nel corso della presente Sezione e dal Definizione 7.3.1 sono finalizzati ad introdurre i concetti necessari per la trattazione dei principali strumenti di calcolo per una corretta attività di allocazione del capitale tra le diverse *business units* previsti dalla struttura organizzativa degli intermediari. Gli strumenti che verranno esposti nelle successive Sezioni, in particolare, sono:

a) il metodo della ripartizione proporzionale (cfr. Sezione 7.3.1);

[3] In verità, tale quantità potrebbe anche essere nulla in caso di perfetta correlazione tra tutte le posizioni di rischio assunte dall'intermediario o tra tutti i sotto-portafogli gestiti dalle *business units* individuate all'interno dell'istituzione. Tuttavia, si è detto nella Sezione 4.2.1 che tale situazione è del tutto irrealistica.

b) il metodo basato sulle correlazioni (cfr. Sezione 7.3.2);

c) il metodo basato sul calcolo dell'*economic capital* marginale (cfr. Sezione 7.3.3);

d) l'applicazione del Teorema di Eulero (cfr. Sezione 7.3.4).

Ai fini del presente lavoro, particolarmente interessanti sono l'approccio basato sul calcolo dell'*economic capital* marginale e l'approccio basato sull'applicazione del Teorema di Eulero, infatti:

a) il calcolo del capitale economico marginale è un metodo che si presta particolarmente alla valutazione dell'impatto di un'esposizione o di un gruppo di esposizioni da inserire nel portafoglio dell'intermediario. Tale esigenza emerge, in particolar modo, a fini di pianificazione strategica e di rete di vendita per le decisioni relative al futuro posizionamento di mercato e alla selezione della clientela infatti, a tali scopi, l'obiettivo è una valutazione d'impatto che, fermo il "vincolo" rappresentato dal portafoglio corrente, indichi l'impatto dell'inserimento di posizioni di rischio ulteriori rispetto a quelle già detenute;

b) il metodo basato sul Teorema di Eulero è molto utile per il processo di *capital allocation* in senso stretto poiché rappresenta il metodo più accurato tra quelli trattati per un'allocazione del *Diversified Economic Capital* che tenga conto dell'effetto diversificazione e rispetti il requisito di subadditività richiesto.

7.3.1 Il metodo della ripartizione proporzionale

Il metodo della ripartizione proporzionale costituisce probabilmente l'approccio più semplice e meno accurato tra tutti quelli proposti. Nonostante tutto si ritiene comunque di analizzarlo nei suoi più aspetti generali poiché, proprio per la sua semplicità, si presta, a parere di chi scrive, all'applicazione in intermediari di ridotte dimensioni che non dispongono dei mezzi di calcolo e dei sistemi informativi utilizzati nelle istituzioni di maggiori dimensioni.

Tale metodo prevede l'attribuzione proporzionale alle *business units* dei benefici di diversificazione sulla base dei capitali economici *stand-alone*.

Il maggior difetto di tale approccio consiste nel non tenere in alcuna considerazione l'effettiva contribuzione al rischio delle *business units* al rischio a cui l'intermediario è complessivamente esposto[4] In altri termini, tale approccio non considera il reale impatto delle correlazioni tra le esposizioni che costituiscono idealmente il portafoglio delle *business units*. Tuttavia, proprio per tale ragione, si ritiene che tale metodo sia

[4]Per una trattazione del concetto di *risk contribution* vedere Sezione 4.2.1.

adatto anche per gli intermediari di minori dimensioni, infatti questi ultimi non hanno la possibilità di procedere alla stima di dati quali le correlazioni tra le esposizioni. Ovviamente, l'imprecisione dovuta all'utilizzo di tale metodo impone alla funzione di *risk management* di tali intermediari di procedere, a maggior ragione, ad integrare i dati quantitativi ottenuti attraverso analisi qualitative, a loro volta mirate ad attenuare l'imprecisione insita nel metodo di calcolo e a contenere il rischio "di modello", col fine ultimo di fornire informazioni più accurate possibile e non fuorvianti.

Per quanto riguarda i pregi dell'approccio in oggetto, oltre a non richiedere la stima delle correlazioni, le variazioni intervenute nel portafoglio delle singole unità di business influisca in modo relativamente modesto sull'assorbimento patrimoniale delle altre. Ciò, come risulta evidente, rappresenta un'ulteriore semplificazione, soprattutto in ottica di controllo *ex-post* e sia in sede di controllo delle *performance* delle *business units*, tanto a scopi di pianificazione strategica, di programmazione e controllo, nonché ai fini di determinazione delle gratificazione da attribuire ai responsabili delle unità di business sulla base dei risultati effettivamente raggiunti. Tuttavia, per via della semplicità dell'approccio, non è garantita la *incentive-compatibility* poiché la mancata considerazione delle correlazioni impedisce di attribuire maggiore capitale economico alle *business units* che maggiormente contribuiscono a determinare l'effetto di diversificazione complessivo. Nonostante tutto, in un intermediario di dimensioni contenute in cui il c.d. "fattore umano" ricopre un ruolo centrale, le considerazioni qualitative e la relativa semplicità della struttura organizzativa possono attenuare tale limite dell'approccio in esame. In conclusione, infatti, il metodo della ripartizione proporzionale, per tale tipologia di intermediari, può rappresentare un metodo utile a costituire un fondamento quantitativo alle successive decisioni di allocazione, salvo poi migrare verso l'applicazione di metodo più rigorosi all'aumentare delle dimensioni e della complessità organizzativa e di business.

7.3.2 Il metodo delle correlazioni

Il metodo basato sulle correlazioni prevede l'impiego della *standard deviation* della *loss distribution* al fine di esprimere il concetto di capitale economico dell'intermediario da allocare alle diverse unità di business. Più in particolare, l'*economic capital* può essere riscritto come multiplo della deviazione standard della distribuzione delle perdite in base ad un coefficiente κ. In termini più formali, è possibile scrivere che:

$$\text{EC} = \kappa\sigma^{loss}. \tag{7.4}$$

Con riferimento al capitale economico allocato presso la *business unit* i-esima,

invece, si ha che:

$$\text{EC}_i = \kappa_i \sigma_i^{loss}, \tag{7.5}$$

posto che generalmente $\kappa \neq \kappa_i$, in quanto quest'ultimo dipende dalla forma distributiva delle perdite della singola unità di business.

A questo punto è possibile definire la *loss distribution* complessiva dell'intermediario come somma delle *loss distribution* delle sue unità di business. Conseguentemente, la *standard deviation* delle perdite complessive è data da:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\rho_{i,j}\sigma_i\sigma_j} = \sum_{i}^{n}\rho_{i,\text{L}}\sigma_i\,, \tag{7.6}$$

con

$$\rho_{i,\text{L}} = \frac{\sum_{j=1}^{n}\rho_{i,j}\sigma_j}{\sigma} \tag{7.7}$$

in cui i, j denotano le unità di business e $\rho_{i,\text{L}}$ sta ad indicare la correlazione che sussistente tra le perdite della singola *business unit* e quelle dell'intermediario complessivamente considerate[5].

Procedendo per sostituzione dell'Equazione 7.6 nell'Equazione 7.4 è possibile ottenere la definizione del capitale economico complessivo in termini di *Diversified Economic Capital* (cfr. Equazione 7.8) e la formulazione del DEC allocato presso la i-esima *business unit* (cfr. Equazione 7.9). In modo più formale, è possibile ottenere le seguenti formulazioni:

$$\text{EC} = \sum_{i=1}^{n}(\rho_{i,\text{L}}\kappa\sigma_i) = \sum_{i=1}^{n}\left[\rho_{i,\text{L}}\left(\frac{\kappa}{\kappa_i}\right)\text{EC}_i\right] = \sum_{i=1}^{n}\text{DEC}_i \tag{7.8}$$

$$\text{DEC}_i = \rho_{i,\text{L}}\left(\frac{\kappa}{\kappa_i}\right)\sigma_i \tag{7.9}$$

Analizzando l'Equazione 7.9 è possibile concludere che il criterio di allocazione in oggetto rispetti il requisito della subadditività poiché il capitale economico complessivo è dato dalla somma dei capitali economici diversificati attribuiti idealmente alle *business units*. In aggiunta, è altresì possibile affermare che tale criterio sia anche

[5]Tale risultato è ottenibile abbastanza semplicemente attraverso la formulazione della covarianza $\sigma_{\text{X,Y}} = \text{cov}_{\text{X,Y}} = \mathbb{E}\Big[\big(\text{X} - \mathbb{E}[\text{X}]\big)\big(\text{Y} - \mathbb{E}[\text{Y}]\big)\Big]$. Più precisamente, se $\text{L}_{tot} = \sum_{j=1}^{n}\text{L}_j$, è possibile scrivere che $\sigma_{\text{L}_i,\text{L}_{tot}} = \mathbb{E}\Big[\big(\text{L}_i - \overline{\text{L}}_i\big)\sum_{j=1}^{n}\big(\text{L}_j - \overline{\text{L}}_j\big)\Big] = \sum_{j=1}^{n}\Big[\mathbb{E}\big[\text{L}_i - \overline{\text{L}}_i\big]\big(\text{L}_j - \overline{\text{L}}_j\big)\Big] =$ $= \sum_{j=1}^{n}\sigma_{\text{L}_i,\text{L}_j}$. Se si riscrive quest'ultima formulazione come $\rho_{i,\text{L}}\sigma_i\sigma_{tot} = \sum_{j=1}^{n}\rho_{i,\text{L}}\sigma_i\sigma_j$, dividendo entrambi i membri per $\sigma_i\sigma_{tot}$, si ottiene l'Equazione 7.7. Attraverso il risultato precedente ottenuto è, inoltre, possibile esplicitare la varianza della distribuzione delle perdite complessive come segue: $\sigma_{tot}^2 = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\sigma_{\text{L}_i,\text{L}_j} = \sum_{i=1}^{n}\sigma_{\text{L}_i,\text{L}_{tot}} = \sum_{i=1}^{n}\rho_{i,j}\sigma_i\sigma_{tot}$. A partire da quest'ultimo risultato, infine, dividendo entrambi i membri per σ è possibile ottenere l'Equazione 7.6.

incentive-compatible grazie poiché l'*economic capital* della i-esima unità di business viene abbattuto in misura maggiore al diminuire di del fattore $\rho_{i,\mathrm{L}}$, ovvero della correlazione con le perdite totali dell'istituzione.

Il metodo basato sulle correlazioni, pur se più evoluto di quello precedente, presenta il pregio di tenere in considerazione le correlazioni. Tuttavia, da questo punto di vista, come precedentemente emerso, a tal fine utilizza il coefficiente di correlazione lineare che, come già detto nella Sezione 4.2.1, presenta problematiche in caso di distribuzioni fortemente asimmetriche. Più in particolare, in presenza di *loss distribution* asimmetriche, come generalmente accade per le esposizioni soggette a rischio di credito, il valore κ/κ_i assume valori di molto inferiori all'unità. Infatti, in tal caso, si ha che $\kappa \notin \kappa_i$ poiché, a parità di livello di confidenza α, il percentile associato alla distribuzione di perdita della i-esima *business unit* è maggiore di quello calcolato sulle distribuzione complessiva delle perdita, essenzialmente a causa della maggior asimmetria della prima.

Conseguentemente, per superare tale limitazione e garantire la subadditività, è necessario sostituire $\kappa \notin \kappa_i$ con un valore deterministico (ι) identico per tutte le *business units* dato da:

$$\iota = \frac{\mathrm{EC}}{\sum_{i=1}^{n} \rho_{i,\mathrm{L}} \mathrm{EC}_i} \tag{7.10}$$

$$\mathrm{DEC}_i = \iota \rho_{i,\mathrm{L}} \mathrm{EC}_i \tag{7.11}$$

Per concludere la trattazione dell'approccio basato sulle correlazioni, quest'ultimo richiede all'intermediario che volesse adottarlo la stima dei coefficienti di correlazione e, pertanto, anche la possibilità di disporre di serie storiche sufficientemente ampie. Tuttavia, dal punto di vista della complessità computazionale, si ritiene che l'applicazione di tale metodo sia possibile anche per banche non dotate di mezzi particolarmente evoluti e complessi. Pertanto, in definitiva, l'approccio delle correlazioni può essere adottato da banche il cui business è in espansione e che necessitano di strumenti più affinati per le decisioni di *capital allocation*, al fine ultimo di supportare la crescita dal punto di vista organizzativo e manageriale.

7.3.3 Il metodo basato sul calcolo dell'*economic capital* marginale

Il metodo basato sul calcolo dell'*economic capital* marginale consiste, in generale, del calcolo del VaR prima e dopo l'inserimento dell'esposizione marginale nel portafoglio già detenuto dalla banca. In questo modo, il contributo al rischio (o il capitale economico diversificato marginale) è determinato per differenza tra i due valori

precedentemente calcolati, ovvero:

$$\text{DEC}_i^{exposure} = \text{VaR}_{p+i} - \text{VaR}_p \,. \tag{7.12}$$

In altri termini, è possibile affermare che il capitale economico diversificato marginale sia definito come l'aumento di capitale economico complessivo della banca dovuto all'inserimento nel portafoglio della stessa di un'esposizione o di un gruppo di esposizioni.

La definizione riportata, tuttavia, mal si presta ad essere utilizzata per scopi di *capital allocation*. Infatti, fino a questo momento, si è parlato di esposizioni marginale, ovvero di esposizioni la cui valutazione è mirata ad un'eventuale inserimento delle stesse nel portafoglio dell'intermediario. Evidentemente, ai fini che qui interessano, è necessario un metodo applicabile anche qualora si debba valutare l'assorbimento di capitale diversificato di sotto-portafogli che già fanno parte del portafoglio complessivo dell'istituzione finanziaria. Conseguentemente, seguendo un approccio non privo di difetti, è possibile affermare che il *Diversified Economic Capital* della *business unit i*-esima sia rappresentato dalla differenza tra il capitale economico dell'intero portafoglio ed il capitale economico dello stesso calcolato escludendo il sotto-portafoglio attribuito alla *business unit i*-esima, ovvero:

$$\widehat{\text{DEC}}_i = \text{VaR}_p - \text{VaR}_{p-i} \,, \tag{7.13}$$

in cui $\widehat{\text{DEC}}_i$ indica il capitale economico diversificato dell'i-esima *business unit* attraverso il metodo dell'EC marginale.

Tale approccio presenta due grandi difetti:

a) adotta il VaR come misura del capitale economico assorbito, ovvero adotta una misura che non assicura in generale la subadditività della misura (cfr. Capitolo 2);

b) il termine VaR_p dell'Equazione 7.13 è calcolato includendo anche la *business unit i*-esima e, pertanto, beneficia di un maggior effetto diversificazione dovuto all'impatto dell'i-esimo sotto-portafoglio sulla struttura delle correlazione del portafoglio.

Ne deriva che, a causa della limitazione *sub* a), la somma dei capitali attribuiti alle singole *business units* generalmente è diversa dal capitale economico complessivo dell'istituzione. In aggiunta, poiché VaR_p beneficia di un maggior effetto di diversificazione, è possibile supporre che la somma dei capitali marginali sia minore del capitale

economico complessivo. In termini analitici, si ha pertanto che:

$$\text{DEC}_p > \sum_{i=1}^{n} \widehat{\text{DEC}_i}\,, \tag{7.14}$$

da cui è possibile dedurre che:

$$\widehat{\text{DEC}_i} \notin \text{DEC}_i \tag{7.15}$$

in cui DEC_i indica il capitale economico diversificato dell'i-esima *business unit* "reale", ovvero l'effettivo valore da stimare.

In modo più intuitivo, il mancato rispetto del requisito della subadditività richiesto, è dovuto al mancato rispetto dell'Assioma S per la misura del capitale impiegata, mentre il segno della disuguaglianza nell'Equazione 7.15 si deve al fatto che le esposizioni della i-esima unità di business sono sempre considerate come se fossero un gruppo di esposizioni marginali quando, in verità, ne costituiscono già parte integrante del portafoglio dell'intermediario (cfr. Merton e Perold [77]).

Per tale ragione, si ritiene che, così come presentato, il metodo basato sui capitali economici marginale sia un supporto inadeguato alle decisioni di *capital allocation*. Tuttavia, la sua utilità è di gran lunga maggiore qualora, come anticipato nella Sezione 7.3, l'obiettivo sia quello di valutare l'acquisto di una *business units*, le decisioni di pianificazione strategica o di programmazione e controllo. In questi casi, infatti, il metodo in esame consente una valutazione d'impatto più accurata utile sia per decisioni di convenienza economica e sia per decisioni di posizionamento sul mercato o anche solo, senza pretese di esaustività, per conoscere l'impatto sul capitale economico di gruppi di esposizioni ripartiti per controparte, forma tecnica, settore di attività e area geografica.

Passando oltre, per rispettare il requisito della subadditività è possibile procedere moltiplicando i $\widehat{\text{DEC}_i}$ per una costante definita da:

$$\kappa = \frac{\text{EC}}{\sum_{i=1}^{n} \widehat{\text{DEC}_i}} \tag{7.16}$$

in modo tale che, a partire dall'Equazione 7.14, si possa ottenere:

$$\text{DEC}_i = \kappa\widehat{\text{DEC}_i} = \left(\frac{\text{DEC}}{\sum_{i=1}^{n} \widehat{\text{DEC}_i}}\right)\widehat{\text{DEC}_i}\,. \tag{7.17}$$

Ancora, sostituendo l'Equazione 7.13 nell'Equazione 7.17, è possibile definire

compiutamente il capitale economico diversificato marginale come:

$$\text{DEC}_i = \kappa\Big(\text{VaR}_p - \text{VaR}_{p-i}\Big) = \left(\frac{\text{EC}}{\sum_{i=1}^{n}(\text{VaR}_p - \text{VaR}_{p-i})}\right)\Big(\text{VaR}_p - \text{VaR}_{p-i}\Big). \tag{7.18}$$

Per quanto riguarda il requisito della *incentive-compatibility*, il metodo basato sul calcolo del capitale economico marginale è conforme al requisito richiesto. Infatti, sulla base dei risultati precedenti (cfr. Equazioni 7.14, 7.15 e 7.18), nonché di quelli ottenuti nella Sezione 4.2.1 cui si rimanda, si ha che:

$$\text{DEC}_p = \sum_{i=1}^{n} \text{DEC}_i \notin \sum_{i=1}^{n} \text{EC}_i^{stand\ alone}, \tag{7.19}$$

in cui $\text{DEC}_i \equiv \text{UL}_{contribution,i}$ e $\text{EC}_i^{stand\ alone} \equiv \text{UL}_i$.

Per concludere, è possibile affermare che il metodo in oggetto:

a) rispetta il requisito di subadditività, purché si adottino le rettifiche di cui si è detto;

b) è *incentive-compatible*, poiché il capitale economico diversificato dell'i-esima unità di business è inferiore al suo capitale economico *stand-alone* e, pertanto, premia le *business units* che contribuiscono in misura maggiore al contenimento del capitale economico assorbito dal portafoglio complessivo;

c) è oneroso dal punto di vista computazionale e richiede l'applicazione da parte della banca di modelli di portafoglio sofisticati del tipo di quelli trattati nel Capitolo 5, nonché la disponibilità di serie storiche per la stima della *default probability* e del *recovery rate* necessari alla loro corretta applicazione. Conseguentemente, tale approccio è applicabile da intermediari di dimensioni sufficienti da giustificare l'investimento in strutture idonee all'applicazione e, ancor prima, ad assicurare la significatività delle stime dal punto di vista statistico;

d) non rispetta del tutto il requisito della trasparenza, poiché la complessità dei modelli e degli strumenti di calcolo necessari richiedono un'adeguata conoscenza di tutto il personale coinvolto di nozioni che, di per sé, sarebbero attinenti alla sola funzione di *risk management*. Ovviamente, attraverso la corretta selezione e formazione del personale coinvolto, la decentralizzazione del *risk management* stesso e il processo di formulazione delle decisioni di *capital allocation* possono comunque essere posti in essere, pur se in modo più oneroso per via dei costi di struttura elevati.

7.3.4 Il Teorema di Eulero

L'applicazione del Teorema di Eulero rappresenta il metodo di stima formalmente più evoluto per i problemi di *capital allocation* e si basa sulle proprietà delle funzioni linearmente omogenee.

Definizione 7.3.2 (*Funzione omogenea*)**.** Si definisce funzione omogenea di grado k la generica funzione $f(x_1, x_2 \dots x_n)$ definita su un cono di $\mathbb{R}^n$ tale che $\forall c, k \in \mathbb{R}$ e $\forall (x_1, x_2 \dots x_n)$ soddisfa la seguente uguaglianza:

$$f(cx_1, cx_2 \dots cx_n) = c^k f(x_1, x_2 \dots x_n). \tag{7.20}$$

Definizione 7.3.3 (*Funzione positivamente omogenea*)**.** Si definisce funzione positivamente omogenea di grado k la generica funzione $f(x_1, x_2 \dots x_n)$ definita su un cono di $\mathbb{R}^n$ tale che $\forall c > 0, k \in \mathbb{R}$ e $\forall (x_1, x_2 \dots x_n)$ soddisfa la seguente uguaglianza:

$$f(cx_1, cx_2 \dots cx_n) = c^k f(x_1, x_2 \dots x_n). \tag{7.21}$$

Definizione 7.3.4 (*Funzione linearmente omogenea*)**.** Si definisce funzione linearmente omogenea una funzione positivamente omogenea di grado $K = 1$, ovvero la generica funzione $f(x_1, x_2 \dots x_n)$ definita su un cono di $\mathbb{R}^n$ tale che $\forall k \in \mathbb{R}$, $(x_1, x_2 \dots x_n)$ soddisfa la seguente uguaglianza:

$$f(cx_1, cx_2 \dots cx_n) = cf(x_1, x_2 \dots x_n). \tag{7.22}$$

Proposizione 7.3.1 (*Caratteristiche delle misure di rischio*)**.** Le misure di rischio adottate degli intermediari creditizi sono linearmente omogenee, poiché se così non fosse le misure di rischio sarebbero, ad esempio, sensibili alla valuta in cui è denominato il portafoglio.

A partire dalla Definizione 7.3.4 dalla Proposizione 7.3.1, è possibile scrivere che:

$$\mathrm{VaR}(c\mathbf{x}) = c\mathrm{VaR}(\mathbf{x}), \tag{7.23}$$

con $\mathbf{x} = x_1, x_2 \dots x_n$.

Teorema 7.3.2 (*Teorema di Eulero*)**.** Se $f(x_1, x_2 \dots x_n) : \mathrm{A} \longrightarrow \mathbb{R}$ è una funzione derivabile su un cono aperto $A \subset \mathbb{R}^n$, la funzione $f(x_1, x_2 \dots x_n)$ è una funzione omogenea di grado k in A se e solo se l'identità di Eulero è verificata:

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{\partial f}{\partial x_i} x_i = kf(x_1, x_2 \dots x_n), \qquad \forall x_i \in \mathrm{A}. \tag{7.24}$$

L'Equazione 7.24, con $k = 1$, è riscrivibile più semplicemente come:

$$f(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^{n} x_i f'_{x_i}(\mathbf{x}). \tag{7.25}$$

Conseguentemente, a partire dalle Equazioni 7.23 e 7.25, supponendo di poter determinare analiticamente le derivate parziale della funzione che determina il VaR, si ha che:

$$\text{EC} = \text{VaR}(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^{n} x_i \text{VaR}'(\mathbf{x}), \tag{7.26}$$

da cui è possibile ottenere la formulazione del capitale economico diversificato della i-esima unità di business, ovvero:

$$\text{DEC}_i = x_i \text{VaR}'_i(\mathbf{x}). \tag{7.27}$$

Le Equazioni 7.26 e 7.27 scontano l'assunzione che ogni divisione dell'intermediario gestisca un'unica posizione di rischio. Tali equazioni, tuttavia, possono essere agevolmente estese al caso in cui le unità di business gestiscano un sotto-portafoglio del portafoglio complessivo dell'intermediario. Secondo questo approccio più realistico, si ha che:

$$\text{EC} = \text{VaR}(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j \in i}^{m \notin n} x_{i,j} \text{VaR}'_j(\mathbf{x}), \tag{7.28}$$

$$\text{DEC}_i = \sum_{j \in i}^{m \notin n} x_{i,j} \text{VaR}'_j(\mathbf{x}). \tag{7.29}$$

La quantità DEC_i definita dall'Equazione 7.29 è meglio nota come *incremental*-VaR (I-Var)(cfr. Mina e Xsiao [78]). Quest'ultimo è approssimativamente pari al *component*-VaR e, in modo del tutto coerente con gli obiettivi della presente Sezione, rappresenta l'incremento di capitale economico dovuto all'effetto del sotto-portafoglio della i-esima unità di business.

Proseguendo oltre, assumendo che le unità di business detengano un solo *asset* rischioso, sulla base dei risultati ottenuti nella Sezione 2.2 e nell'Appendice A (ed, in particolar modo, con l'Equazione A.6), sotto l'assunzione di perdite distribuite normalmente, è possibile scrivere che:

$$\text{VaR}(\mathbf{x}) = \sigma_{\text{L}} \Phi^{-1}(\alpha) = \sqrt{\left(\mathbf{x}'\boldsymbol{\Sigma}\mathbf{x}\right)} \Phi^{-1}(\alpha). \tag{7.30}$$

A partire dall'Equazione 7.30, volendo calcolare le derivate parziali prime del

VaR($\mathbf{x}$) si ottiene:

$$\mathrm{VaR}_i'(\mathbf{x}) = \Phi^{-1}(\alpha)\frac{1}{2\sigma}2\sum_j^m x_j\sigma_{i,j}\,. \tag{7.31}$$

Inoltre, poiché la quantità $x_i\sum_j^m x_j\sigma_{i,j}$ è la covarianza tra perdite della i-esima unità di business e le perdite complessive (L), l'Equazione 7.31 diventa:

$$\mathrm{VaR}_i'(\mathbf{x}) = \Phi^{-1}(\alpha)\frac{\rho_{i,\mathrm{L}}}{x_i}\sigma_i, \tag{7.32}$$

da cui, vista anche l'Equazione 7.27, è possibile ottenere la formulazione del capitale economico diversificato marginale sotto l'ipotesi di perdite distribuite in modo normale:

$$\textsc{dec}_i = x_i\mathrm{VaR}_i'(\mathbf{x}) = \Phi^{-1}(\alpha)\rho_{i,\mathrm{L}}\sigma_i. \tag{7.33}$$

Procedendo per sostituzione dell'Equazione A.6, infine, si ha che:

$$\textsc{dec}_i = x_i\mathrm{VaR}_i'(\mathbf{x}) = \textsc{ec}_i\rho_{i,\mathrm{L}}, \tag{7.34}$$

in cui $\textsc{ec}_i$ è il capitale economico *stand-alone* assorbito dall'i-esima unità di business. Quest'ultimo risultato, ribadendo l'ipotesi di normalità distributiva sulle perdite, è il medesimo di quello ottenuto attraverso il metodo basato sulle correlazioni (cfr. Equazione 7.9), purché $\kappa = \kappa_i = \Phi^{-1}(\alpha)$, $\forall i$.

Infine, con riferimento alle modalità di impiego di tale approccio, è possibile avanzare le medesime conclusioni riportate con riferimento al metodo basato sulle correlazioni poiché si è visto che quest'ultimo rappresenta un caso generale del metodo qui oggetto di analisi. L'unica differenza riguarda il requisito della subadditività. Si è visto, infatti, che il metodo basato sulle correlazioni rispetta tale requisito solamente attraverso l'artificio di cui si è detto; il metodo basato sull'applicazione del Teorema di Eulero, invece, assicura la subadditività senza ulteriori aggiustamenti. A conferma di conclusione, è sufficiente osservare le Equazioni 7.26 e 7.27 da cui si evince che:

$$\mathrm{VaR}_i(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^n \textsc{dec}_i. \tag{7.35}$$

Capitolo 8

Credit Risk Mitigation - CRM

8.1 Aspetti generali

Il rischio di credito è il rischio a cui è dovuta il maggior assorbimento di capitale regolamentare in banca. Ne deriva che alla possibilità di mitigare tale rischio consegue una maggior capacità della banca di erogare credito a parità di requisito patrimoniale, nonché di porre in essere un'attività di pianificazione strategica che possa indirizzare il business della banca verso obiettivi oggettivamente praticabili e auspicabili non solo dal punto di vista gestionale, ma anche regolamentare (cfr. processo ICAAP-SREP). In altri termini, è possibile affermare che una corretta gestione e misurazione del rischio di credito attuale e prospettico costituisce una delle maggiori obiettivi per le banca commerciali.

Le tecniche di mitigazione del rischio di credito (*Credit Risk Mitigation* - CRM) sono state introdotte da Basile II e indicano le tecniche (strumenti o garanzie) considerati dalla normativa regolamentare idonei al presidio del rischio di credito[1]. Da questo punto di vista la norma ricopre un ruolo di assoluto rilievo poiché definisce le caratteristiche ed i requisiti che tali strumenti devono soddisfare per poter rientrare nella categoria delle *Credit Risk Mitigation* e, quindi, abbattere il requisito patrimoniale minimo richiesto dalla normativa di vigilanza. Da un altro punto di vista, le CRM sono contratti accessori al credito o altri strumenti che determinano una riduzione del rischio di credito dell'intermediario, riconosciuta nel calcolo del requisito di vigilanza.

Occorre, tuttavia precisare che le CRM non riducono il rischio di credito in quanto tale ma, piuttosto, riducono l'esposizione al rischio per il creditore. In altri termini, le

[1] I riferimenti normativi sono rappresentati dalla Parte II, Capitolo 5, Circ. n. 285/2013 "DISPOSIZIONI DI VIGILANZA PER LE BANCHE" (cfr. Banca d'Italia [18]) che rinvia alle fonti normative che regolano la materia, tra cui la Parte TRE, Titolo II, Capo 4, Reg. (UE) n. 575/2013 in materia di "*requisiti prudenziali per gli enti creditizi e le imprese di investimento*" (cfr. Parlamento europeo [86]).

CRM non impattano sulla *default probability* della controparte, ma sono idonee ad aumentare il *recovery rate*, ovvero l'ammontare recuperabile di una posizione di rischio in *default*. Conseguentemente, tale risultato non può che impattare sulla stima della LGD e sulla distribuzione delle perdite, a partire dalla quale si determinano poi le *Expected Losses* e le *Unexpected Losses*. Ne consegue che le CRM rappresentino degli elementi rilevanti nella stima della LGD, dell'assorbimento patrimoniale per l'intermediario il quale, alla fine, impatta sulla *risk-taking capacity*, ovvero sulla capacità della banca di assumere posizioni di rischio ulteriori[2]. Pertanto, gli intermediari non dovrebbero valutare una determinata esposizione prevalentemente sulla base delle garanzie fornite dalla controparte. Infatti, la valutazione del merito creditizio deve considerarsi imprescindibile e dovrebbe rappresentare l'analisi che pesa maggiormente sulle decisioni di affidamento. A parere di chi scrive, infatti, dare un peso eccessivo alle CRM nel processo di affidamento aumenta la componente di rischio sistematico cui l'intermediario si espone, ovvero il rischio di diminuzione del valore delle garanzie con la conseguenza di aumentare l'esposizione nei confronti della totalità delle posizioni assistite dallo stesso strumento o garanzia.

Ritornando alle CRM, è possibile affermare che esse siano composte da garanzie eligibili, così come definite dal Regolamento CRR, fungono da tecniche di mitigazione del rischio. Ne deriva che una garanzia che non rispetta i requisiti prudenziali per essere considerata una CRM non rilevi ai fini di vigilanza, ovvero non consenta di abbattere il requisito patrimoniale. Tuttavia, non può dirsi che una garanzia non eligibile non abbia alcun valore nell'ambito del processo di affidamento. Infatti, pur se non rilevante a fini di vigilanza, una garanzia ha comunque degli effetti per il creditore che, dal punto di vista giuridico, non possono essere ignorati e possono concorrere alla formulazione di una decisione di affidamento. Chiaramente, però, la non eligibilità della garanzia comporta un maggior assorbimento patrimoniale rispetto ad una garanzia eligibile ripercuotendosi sulle decisioni di *pricing* e di convenienza economica per l'intermediario creditizio[3].

Per le diverse tecniche di CRM sono previsti requisiti di ammissibilità di carattere sia generale sia specifico; essi devono essere posseduti al momento di costituzione della garanzia e per tutta la durata della stessa. I requisiti generali, diretti ad assicurare la certezza giuridica e l'effettività delle garanzie, sono regolati a norma dell'Art. 194 Reg. (UE) n. 575/2013 e riguardano:

a) il carattere vincolante dell'impegno giuridico tra le parti e l'azionabilità in giudizio;

[2]Per maggiori approfondimenti vedere Sezione 7.2.
[3]Per maggiori approfondimenti vedere Capitolo 6.

b) la documentabilità a fini probatori;

c) l'opponibilità dello strumento ai terzi in tutte le giurisdizioni rilevanti ai fini della costituzione e dell'escussione;

d) la liquidità, ovvero la tempestività di realizzo in caso di inadempimento della controparte;

e) la trasparenza informativa.

Come risulta evidente, si tratta di requisiti finalizzati a garantire che le garanzie prestate siano prontamente liquidabili in caso di insolvenza della controparte e, contemporaneamente, a ridurre per quanto possibile l'LGD salvaguardando l'integrità economica, patrimoniale e finanziaria dell'intermediario.

Specifici requisiti sono dettati per le singole forme di CRM in relazione alle caratteristiche delle stesse e sono finalizzati ad assicurare un elevato livello di effettività della protezione del credito.

L'adozione delle tecniche di CRM è consentita indistintamente a tutte le banche, indipendentemente dal metodo per il calcolo dei requisiti patrimoniali adottato per il rischio di credito. Le tecniche riconosciute sono suddivise in due categorie generali:

a) la protezione del credito di tipo reale rappresentate da diritti reali su beni di terzi (cfr. Sezione 8.2),

b) la protezione del credito di tipo personale (cfr. Sezione 8.3).

Le modalità di calcolo variano in ragione dello strumento utilizzato e del metodo seguito dalla banca per il calcolo dei requisiti patrimoniali. Nel corso della trattazione, si farà sempre riferimento alla metodologia richiesta dal METODO STANDARDIZZATO che, in linea di principio, prevede il calcolo di un fattore di ponderazione sulla base delle caratteristiche della garanzia da applicare al valore dell'esposizione al fine di determinare il *Risk-Weighted Asset* (RWA), il quale rappresenta la base di calcolo per il requisito patrimoniale richiesto a fronte dell'esposizione. In modo più formale, il metodo standardizzato può essere così rappresentato:

$$\text{Requisito patrimoniale richiesto} = (\varpi_i \mathrm{V}_{e_i}) \cdot 8\% = \text{RWA} \cdot 8\% \tag{8.1}$$

in cui ϖ_i è il coefficiente ponderale dell'esposizione i-esima e V_{e_i} il valore della stessa.

8.2 Le garanzie reali

I metodi di calcolo del requisito patrimoniale assorbito da esposizioni assistite da garanzia reale sono i seguenti:

a) METODO SEMPLIFICATO: la parte dell'esposizione coperta dalla garanzia riceve la ponderazione specifica della garanzia finanziaria (*collateral*) in sostituzione di quella del debitore principale (cfr. Art. 222 Reg. (UE) n. 575/2013);

b) METODO INTEGRALE: l'esposizione viene ridotta del valore della garanzia prestata e ad entrambi gli importi devono essere applicati *haircut* adeguati al fine di considerare la volatilità dei prezzi di mercato dei beni immobili su cui il diritto reale è stato costituito (cfr. Art. 233 Reg. (UE) n. 575/2013).

8.2.1 Ipoteche su beni immobili

Credit Risk Mitigation!Garanzie reali!Ipoteca

La normativa di vigilanza si riferisce alle garanzie reali su beni immobili in termini di ESPOSIZIONI GARANTITE DA IMMOBILI. Tale categoria di garanzia può essere ulteriormente suddivisa in:

a) ESPOSIZIONI GARANTITE DA IPOTECA SU IMMOBILI RESIDENZIALI, OVVERO su immobili ad uso abitativo;

b) ESPOSIZIONI GARANTITE DA IPOTECA SU IMMOBILI NON RESIDENZIALI, OVVERO su immobili ad uso commerciale, industriale, ecc.

Tale suddivisione è rilevante ai fini della definizione del coefficiente ponderale e del trattamento previsto dalla normativa di vigilanza per le specifiche categorie di esposizioni garantite per la determinazione del *Risk-Weighted Asset* (RWA), ovvero la base di calcolo dell'assorbimento patrimoniale dell'esposizione stessa. Qualora la garanzia rispetti tutte le caratteristiche richieste, la normativa prevede che:

a) per le esposizioni garantite da ipoteca su immobili residenziali il coefficiente ponderale sia pari al 35%;

b) per le esposizioni garantite da ipoteca su immobili non residenziali il coefficiente sia pari:

   i. al 50% per la componente dell'esposizione che non eccede il 50% del valore di mercato della garanzia;

   ii. al 100% per l'ammontare eccedente il 50% del valore di mercato dell'immobile.

Le garanzie ipotecarie immobiliari rientrano tra le CRM solo se rispettano i requisiti generali precedentemente elencati e se soddisfano, in aggiunta, i requisiti specifici previsti dal METODO STANDARDIZZATO in relazione alle ESPOSIZIONI GARANTITE DA IMMOBILI. Per poter essere una CRM, la garanzia deve rispettare i requisiti di cui sopra al momento della costituzione e continuativamente per tutta la durata del contratto. Quest'ultimo rappresenta un requisito di assoluta rilevanza non soltanto nel suo significato letterale, ma anche perché, nei rapporti tra l'intermediario e la vigilanza, il primo può dimostrare in sede di vigilanza ispettiva (cfr. Art. 54 D. Lgs. 385/1993) di aver implementato una struttura organizzativa idonea a monitorare costantemente il valore della garanzia o, in altri termini, la sua capacità di mitigare il rischio di credito originato dall'esposizione per cui la garanzia è stata prestata.

Di fatto, una volta che l'ipoteca è stata iscritta soddisfa i requisiti generali di eligibilità. Di conseguenza, ciò che realmente determina l'ammissibilità dell'ipoteca quale tecnica di mitigazione del rischio di credito è il rispetto dei requisiti specifici previsti dall'Art. 208 Reg. (UE) n. 575/2013, ovvero:

a) assenza di correlazione tra capacità restituita del debitore e valore della garanzia o, in altri termini, tra valore dell'immobile e merito creditizio del soggetto che presta la garanzia[4];

b) l'immobile sia stimato ad un valore non superiore al valore di realizzo sul mercato da un perito indipendente rispetto all'intermediario ed alla sua controparte;

c) la garanzia è opponibile ai terzi in tutte le giurisdizioni pertinenti e può essere escussa in tempi ragionevoli;

d) vi è un'adeguata sorveglianza sul bene immobile: si tratta di un presidio organizzativo e di una forma di controllo su base statistica finalizzati alla stima dell'apprezzamento-deprezzamento che ogni categoria di immobile offerto in garanzia ha conosciuto nel corso di un determinato periodo di tempo, in modo tale da permettere all'intermediario di valutare in modo continuativo la coerenza del *fair value* della garanzia con l'esposizione in essere;

e) le tipologie di immobili accettati in garanzia e le connesse politiche creditizie devono essere documentate in modo chiaro e trasparente: tale requisito fa riferimento ad un documento di pianificazione strategica in cui si stabiliscono le condizioni alle quali l'intermediario intende assumere posizioni di rischio;

[4] E' importante evidenziare che tale requisito ha escluso, di fatto, l'ammissibilità delle ipoteche (anche su beni residenziali) se il soggetto che le presta è una società immobiliare, ciò non toglie che l'ipoteca prestata da tali soggetti abbia un valore in sé che deriva dallo stesso istituto dell'ipoteca così come regolato dal diritto comune.

f) il bene oggetto della garanzia è adeguatamente assicurato contro il rischio di danni.

La documentazione raccolta deve consentire di disporre di tutte le informazioni che consentano di esprimere un giudizio relativamente alla consistenza della garanzia rispetto all'importo dell'affidamento richiesto. Per tutti i finanziamenti assistiti da ipoteca su immobili l'incaricato all'istruttoria deve verificare il c.d. *loan to value* (rapporto tra fido richiesto e valore della garanzia prestata): qualora il limite regolamentare del *loan to value* risulti superato, deve essere valutata l'opportunità di richiedere un'idonea garanzia integrativa che consenta di applicare la ponderazione preferenziale all'esposizione, in misura tale che il rapporto tra l'ammontare del finanziamento e la somma del valore del bene immobile e delle garanzie integrative rientri nel limite.

Si prevede un limite *loan to value* differenziato tra le due categorie di garanzie ipotecarie pari a:

a) all'80% per le esposizioni garantite da ipoteca iscritta su beni immobili residenziali.

b) all'50% per le esposizioni garantite da ipoteca iscritta su beni immobili non residenziali.

Per quanto riguarda le esposizioni garantite da immobili residenziali, la banca può applicare il fattore ponderale del 35% fino ad un importo corrispondente ad un *loan to value* pari all'80%. Alla componente eccedente, invece, è necessario applicare un fattore di ponderazione più elevato e coerente con la tipologia ed il merito creditizio della controparte. In presenza di garanzie integrative tassativamente indicate, la soglia del *loan to value* può essere innalzata al 100% con la conseguenza di permettere l'applicazione del fattore di ponderazione del 35% anche per la componente eccedente l'80% del valore dell'ipoteca fino a concorrenza tra valore dell'ipoteca e valore dell'esposizione medesima. Con riferimento alle esposizioni assistite da ipoteca su immobili non residenziali si applica il coefficiente del 50% fino a concorrenza del limite del 50% del *loan to value*, per la componente che eccede tale soglia il coefficiente ponderale è identica per tutte le esposizioni prescindendo dal merito di credito della controparte ed è pari al 100%.

Come già detto, si tratta di disposizioni che impattano in modo determinante sul *pricing*, ovvero sulla misura del tasso da applicare alla controparte. Infatti, le caratteristiche ed il valore della garanzia permettono di abbassare notevolmente il requisito patrimoniale richiesto, purché la garanzia rispetti i requisiti generali e specifici previsti per l'eligibilità della stessa. In aggiunta, nel caso in cui il valore della garanzia

prestata sia sufficientemente alto da non eccedere le soglie di *loan to value*, l'assorbimento patrimoniale è minimizzato. L'impatto sul *pricing* si verifica attraverso la misura del capitale minimo da allocare a fronte di una data esposizione. Considerato che per l'intermediario il costo del capitale è dato dal tasso di rendimento atteso (r_e) sul quel determinato ammontare di capitale di rischio ($\text{LAC}_i = \text{UL}_i$), il costo del capitale (*Cost of Capital*$_i$) da allocare alla singola esposizione è dato da:

$$\textit{Cost of Risk} \equiv \textit{Cost of Capital} = \text{UL}_i \cdot r_e \tag{8.2}$$

Tale valore rientra poi nelle Equazioni 6.1 e 6.2 con cui è possibile determinare il tasso da applicare ad una data esposizione (se $r_e = k$).

Lo stesso valore, inoltre, rientra anche nel calcolo delle misure di rendimento *risk adjusted* come l'EVA attraverso le stesse modalità viste per il *pricing* dell'esposizione individuale (cfr. Equazioni 6.3 e 6.4).

Da questo punto di vista, è importante ricordare il diverso trattamento riservato alle perdite attese e inattese: le prime sono fronteggiate attraverso accantonamenti di conto economico, mentre le seconde da patrimonio inteso come come capitale di rischio (LAC). Né deriva che l'ammontare di patrimonio sia dato solamente dalla componente inattesa delle perdite. Chiaramente anche la componente di perdita attese influisce sul *pricing* dello strumento e sulla redditività *risk-adjusted* dell'intermediario. Tuttavia, la natura della sua influenza è diversa per via della diversa copertura e, conseguentemente, essa influirà sulla componente $(1 + x)(1 - p) + p\text{RR}$ dell'Equazione 6.1 (per il *pricing*) e sulla componente *Revenues Net of Expected Costs* dell'Equazione 6.3 (per la redditività corretta per il rischio). Chiaramente tale approccio non tiene conto delle correlazioni tra merito creditizio delle controparti e tra *recovery rate* (influenzato in larga misura dalle caratteristiche delle garanzie eventualmente prestate) e merito creditizio. Con riferimento alla correlazione tra il merito di credito delle controparti, ciò che è stato affermato non perde validità poiché:

a) la componente di perdita attesa non è diversificabile e quindi è costante al variare delle correlazioni tra le controparti;

b) è sufficiente adottare una misura del capitale assorbito dall'esposizione che tenga conto delle correlazioni tra i prestatori: il metodo che, a parere di chi scrive, si presta molto bene allo scopo è quello di ricalcolare il VaR prima e dopo l'inserimento dell'esposizione marginale, in modo tale che la differenza tra i due valori rappresenti il capitale assorbito dall'esposizione tenendo conto del portafoglio

già detenuto dall'intermediario[5].

Diversamente, con riferimento alla correlazione tra RR e merito di credito, la questione si complica notevolmente. Chiaramente, vi è un certo grado di dipendenza tra tra il peggioramento del merito di credito e la diminuzione del *recovery rate* dovuta ad un deterioramento delle garanzie data almeno dal fattore comune rappresentato dall'andamento generale dell'economia. Ne deriva che sia realistico attendersi una certa correlazione positiva tra le due variabili in analisi. Per tenere conto anche di questa complicanza, sarebbe necessario sviluppare un modello che sulla scia di quelli presentati nei Capitoli 4 e 5 impiegasse modelli fattoriali e simulazioni concepiti espressamente a tale scopo. Tuttavia, si ritiene che l'assunzione di indipendenza tra merito creditizio e *recovery rate* non influisca sulla validità delle considerazioni precedentemente svolte[6].

8.2.2 Garanzie reali finanziarie

La normativa riconosce come tecniche di mitigazione del rischio di credito e le definisce come garanzie reali finanziarie i diritti reali di garanzia e gli altri diritti assimilabili relativi ad attività liquide e con valore di mercato sufficientemente stabile.

La forma contrattuale più comune riconducibile a tale categoria di CRM è probabilmente il pegno.
Tale tipologia di garanzie reali, per poter poter abbattere il requisito patrimoniale minimo richiesto, a norma degli Artt. 197 e 207 Reg. (UE) n. 575/2013 devono possedere le seguenti caratteristiche:

a) in relazione alla natura della garanzia prestata, essa deve avere ad oggetto oro, depositi in contante, strumenti finanziari assimilabili al contante depositati presso l'intermediario creditore, titoli di debito con le caratteristiche richieste dalla norma, titoli di capitale, quote di Oicr, ecc.

b) non deve esserci correlazione positiva tra capacità restitutiva delle controparte e valore della garanzia da essa prestata;

[5]Per maggiori approfondimenti sulle modalità di scomposizione delle misure di rischio di portafoglio vedere Capitolo 7.

[6]Chiaramente, si tratta di un calcolo che non può essere condotto per ogni esposizione marginale in sede di primo affidamento. Più realisticamente, l'analisi potrebbe essere condotta per classi di esposizioni omogenee non solo a scopo di *pricing*, ma anche per perseguire obiettivi di pianificazione strategica e organizzativa. Nel primo caso, l'analisi avrebbe lo scopo di individuare le aree di mercato più attraenti tenendo conto del portafoglio già in essere; la seconda, per stabilire la quantità di *risk-taking capacity* da allocare alle singole *business units*. Tuttavia, per quest'ultima finalità vi sono metodi che forniscono risultati più accurati del ricalcolo del VaR, primo tra tutti l'applicazione del Teorema di Eulero (cfr. Capitolo 7).

c) gli intermediari devono essere in grado di procedere, con scadenza almeno semestrale o comunque ogniqualvolta si presuma una diminuzione significativa di valore, alla determinazione del valore di mercato del bene che costituisce la garanzia;

d) qualora la garanzia reale finanziaria sia depositata presso terzi, la norma richiede che sia rispettata la c.d. "separazione esterna", ovvero la separazione tra patrimonio del depositario e garanzia, e sia la c.d. "separazione interna", ossia la separazione la garanzia e i beni depositati presso lo stesso depositario ma di proprietà di altri depositanti.

Con riferimento alle modalità di calcolo è possibile applicare il metodo semplificato o il metodo integrale trattati nella Sezione 8.2.

8.3 Le garanzie personali

In generale, una garanzia personale è un impegno giuridicamente rilevante assunto in modo esplicito da un soggetto terzo che si impegna ad adempiere all'obbligazione nel caso in cui l'obbligato principale risulti inadempiente.

Al contrario di quanto avviene per le garanzie reali, per quelle personali è previsto un unico metodo di calcolo basato sul c.d. PRINCIPIO DI SOSTITUZIONE, che prevede la sostituzione della ponderazione o della probabilità di *default* (PD) del soggetto debitore con la ponderazione o la PD del fornitore di protezione (*protection provider*). I fornitori di protezione devono essere di elevato *standing* creditizio e sono perciò tassativamente indicati dalla disciplina di vigilanza.

8.3.1 Garanzie personali in senso proprio

Le garanzie personali in senso proprio ammissibili sono la fideiussione, la polizza fideiussoria, il contratto autonomo di garanzia, l'avallo e gli impegni nell'ambito della delegazione di debito, dell'espromissione e dell'accollo.

Con riferimento alle tipologie di garanti ammessi dalla norma, sono previste le seguenti categorie: stati sovrani, enti territoriali e pubbliche amministrazioni, banche centrali, intermediari finanziari vigilati e imprese che dispongono di *rating* formulato da un'ECAI e non inferiore ad un soglia esplicitamente prevista (cfr. Art. 201 Reg. (UE) n. 575/2013).

Per quanto riguarda i requisiti specifici richiesti dalla norma europea, le garanzie personali devono essere:

a) la mitigazione del rischio deve essere diretta;

b) la durata, l'estensione e il valore massimo garantito della garanzia devono essere definiti in modo chiaro e trasparente;

c) il contratto attraverso cui la garanzie è prestata non deve contenere clausole che prevedano la facoltà di annullare in modo unilaterale la validità della garanzia in capo al fornitore di protezione. Nel caso in cui sia accordata al fornitore di protezione la facoltà di recedere, deve essere comunque garantita la garanzia per gli obblighi assunti dall'obbligato principale fino al momento in cui la facoltà di recesso è stata esercitata;

d) il contratto non deve contenere clausole che implichino forme di discrezionalità nell'adempimento dell'obbligazione principale da parte del fornitore di protezione qualora l'obbligato principale non adempia;

e) In caso di inadempimento della controparte, l'intermediario deve essere nelle condizioni di rivalersi in modo tempestivo sul fornitore di protezione entro i limiti dell'obbligazione massima garantita così come specificato nel contratto;

f) la possibilità di rivalsa sul terzo garante non può in alcun modo essere subordinata o condizionata alla preventiva rivalsa sull'obbligato principale;

g) la garanzia deve essere idonea a coprire integralmente i pagamenti dovuti dal debitore. Nel caso in cui siano previste limitazioni o esclusioni connesse a particolari tipologie di pagamenti, il valore della garanzia deve necessariamente tenerne debitamente conto;

h) la garanzia deve essere adeguatamente e validamente documentata a fini probatori.

Passando oltre, con riferimento alle caratteristiche soggettive dei fornitori di protezione ammessi, la disciplina prevede che tali soggetti possano essere soltanto quelli espressamente individuati, ovvero:

a) stati nazionali e banche centrali;

b) enti pubblici e territoriali;

c) banche multilaterali di sviluppo;

d) intermediari sottoposti a vigilanza;

e) imprese il cui merito creditizio sia stato valutato da un'ECAI appartenente ad una classe non inferiore a 2.

Da ultimo, in relazione al metodo di calcolo si prevede l'applicazione del PRINCIPIO DI SOSTITUZIONE (cfr. Sezione 8.3), tenendo conto che il valore della protezione contro il rischio di credito fornita da una garanzia personale equivale al massimo importo che il fornitore di garanzia si è obbligato a corrispondere in caso di mancato pagamento del debitore principale.

8.3.2 Derivati di credito

Le disposizioni di vigilanza dettate in materia di derivati creditizi, la norma identifica tre tipologie di strumenti:

a) i *credit default swap*;

b) i *total return swap*;

c) i *credit linked note*.

La normativa, in aggiunta, specifica che si applica il trattamento previsto per i derivati creditizi anche per gli strumenti finanziari composti dagli strumenti di cui sopra e per tutti quegli strumenti assimilabili dal punto di vista economico.

Per l'eligibilità di tale categoria di strumenti si applicano le medesime disposizioni previste per il soggetto fornitore di protezione in materia di garanzie personali (cfr. Sezione 8.3.1).

Passando oltre, per i requisiti specifici che tali strumenti devono possedere si applicano le disposizioni previste per le garanzie personali *sub* a), b), c) e d) (cfr. Sezione 8.3.1). In aggiunta, sono previsti anche requisiti specifici ulteriori rispetto a quelli richiamati, ovvero:

a) fermo quanto stabilito *sub* a), gli eventi creditizi rilevanti specificati nel contratto devono includere:

   i. il mancato versamento delle somme previste alla scadenza dell'obbligazione sottostante,

   ii. la dichiarazione di fallimento, lo stato di insolvenza o l'incapacità sopravvenuta di far fronte ai pagamenti previsti per il rimborso del debito per capitale e interessi,

   iii. la rinegoziazione dei termini stabiliti nel contratto dell'obbligazione sottostante;

b) qualora gli eventi previsti dal contratto non includano la rinegoziazione dell'obbligazione sottostante di cui alla lett. a), punto *iii*), il derivato creditizio

è comunque eligibile previa diminuzione del valore attraverso le modalità di calcolo appositamente previste;

c) per i derivati creditizi in cui è previsto il regolamento per contanti (*cash settlement*), l'intermediario deve disporre di un processo adeguato e attendibile per la stima e la previsione delle perdite;

d) per i derivati creditizi in cui si prevede la facoltà in capo all'acquirente della protezione di trasferire al fornitore l'obbligazione sottostante al contratto del derivato, le pattuizioni contrattuali del trasferimento devono negare espressamente il diniego non motivato alla conclusione dell'operazione;

e) nel contratto del derivato devono essere precisamente indicati i soggetti cui è attribuito l'onere di accertare la sussistenza degli eventi creditizi di cui alla lett. a) e tale onere non deve gravare in modo esclusivo sul fornitore di protezione.

Con riferimento ai metodi di calcolo, per i *credit default swap* e i *total return swap* è previsto lo stesso trattamento riservato per le garanzie personali, mentre per *credit linked note* si applicano le disposizioni dettate in materia di garanzie reali finanziarie in contante (cfr. Sezione 8.2.2). Al contrario, per quanto concerne i derivati creditizi di cui alla *lett*. b), la disciplina di vigilanza dispone che:

a) il valore della protezione sia diminuito del 40% se il valore dell'impegno assunto dal fornitore di protezione è inferiore o uguale al valore corrente dell'esposizione;

b) il valore della protezione non debba comunque superare il 60% del valore totale dell'esposizione qualora il valore dell'impegno del fornitore di protezione ecceda il valore dell'esposizione medesima.

Capitolo 9

Il processo di affidamento e il monitoraggio del credito

9.1 Considerazioni introduttive

Si definisce fido l'impegno assunto da una banca di tenere idealmente a disposizione del soggetto affidato una certa quantità di denaro o di garantire una determinata obbligazione per conto dello stesso. La concessione di fido (o affidamento) si origina a partire dalla valutazione del merito creditizio del richiedente. Quest'ultima, infatti, rappresenta un processo imprescindibile per l'equilibrio economico-finanziario dell'intermediario poiché permette sia l'apprezzamento della capacità di un soggetto di rimborsare un prestito in ottica *ex-ante* e sia il continuo monitoraggio della posizione già in essere. In altri termini, l'analisi del merito di credito permette alla banca di valutare la convenienza di finanziare un determinato soggetto in base alla sua rischiosità, alle garanzie prestate, al portafoglio già detenuto dall'intermediario (contributo al rischio) e all'assorbimento di capitale regolamentare (cfr. Sezione 9.2)[1]. Inoltre, la valutazione del merito creditizio permette alla banca di valutare e monitorare periodicamente l'andamento dei fidi già concessi e del portafoglio prestiti in generale (cfr. Sezione 9.3).

Il processo di affidamento è, dunque, un procedimento interno all'intermediario che consente a quest'ultimo di determinare la rischiosità di del soggetto richiedente. Ovviamente, si tratta di posizioni da cui si origina rischio di credito nella sua accezione più ampia così come è stata presentata nel Capitolo 1 (rischio di *default*, rischio di migrazione, rischio di recupero, ecc.). Conseguentemente, ogni aspetto del processo di affidamento, così come ogni fonte informativa utilizzata, hanno lo scopo di analizzare aspetti quali la *default probability* del richiedente il fido, l'*exposure at default*, il *recovery*

[1] Tutti le tematiche richiamate sono state già trattate nelle Sezioni precedenti, pertanto nella Sezione 9.2 si analizzerà il processo di affidamento dal punto di vista procedurale ed informativo.

rate e, di conseguenza, la *loss given default*.

L'analisi del merito di credito, tuttavia, rappresenta un processo che non si limita a perseguire gli scopi di cui sopra. Essa, infatti, attraverso la conoscenza delle caratteristiche proprie del cliente, consente alla banca di valutare non soltanto le qualità del soggetto richiedente, ma anche la congruità del fido richiesto e la forma tecnica attraverso la quale concedere materialmente credito. Più in particolare, viste le caratteristiche e le esigenze del cliente, l'analisi del merito creditizio consente di valutare la forma tecnica più opportuna sia per il cliente medesimo e sia per la banca, in considerazione anche del diverso peso assunto dalle tre componenti elementari del rischio di credito nella definizione del rischio complessivo della posizione a causa delle differenti tutele accordate al creditore nelle diverse forme tecniche.

Conseguentemente, il fido può essere definito anche come un accordo, preliminare al contratto con cui il credito è effettivamente erogato, concluso tra una banca e un soggetto richiedente, dietro richiesta di quest'ultimo, con il quale la banca si impegna a mettere a disposizione del richiedente una certa somma di denaro, ad assumere per suo conto un'obbligazione o garantirne una assunta dal richiedente stesso attraverso le modalità specificatamente indicate e rappresentate dall'indicazione della forma tecnica di erogazione del credito.

Ancora, è possibile affermare che "*la valutazione dei fidi rappresenta il momento terminale e decisivo della politica dei prestiti e consiste nell'apprezzamento della capacità di rimborso delle aziende richiedenti credito e nella verifica delle compatibilità esistenti fra le singole richieste di affidamento e le scelte riguardanti la dimensione e la composizione degli impieghi*" (cit. Ruozi e Bottiglia [89, p. 122]). A parere di chi scrive, l'affermazione degli Autori, oltre a confermare quanto precedentemente riferito, si presta ad una duplice interpretazione poiché la congruità tra singole richieste di affidamento e composizione degli impieghi sono aspetti che si prestano ad essere intesi:

a) in relazione al solo soggetto affidato;

b) in relazione alle caratteristiche del portafoglio prestiti e alla scelte di pianificazione strategica dell'intermediario.

Tuttavia, si ritiene che entrambe le interpretazioni possano e debbano convivere poiché:

a) il processo di affidamento è finalizzato alla valutazione della capacità restitutiva del richiedente e, conseguentemente, della coerenza tra le sue esigenze di finanziamento, la sua struttura finanziaria e la composizione degli impieghi;

b) lo stesso processo permette alla banca di valutare la propria convenienza ad accordare il fido richiesto tenuto conto, oltre che delle caratteristiche del richiedente, anche della propria propensione al rischio, degli obiettivi strategici, della

politica dei prestiti, della propria dotazione patrimoniale e del portafoglio che già detiene.

Per quanto riguarda le finalità del processo di affidamento, a parere di chi scrive il processo di affidamento non deve essere focalizzato sul contenimento della *loss given default* in quanto tale. Dunque, si ritiene che tale processo debba essere condotto in modo tale da analizzare singolarmente le componenti del rischio di credito per poi procedere, in un secondo momento, alla valutazione della LGD. Quest'ultima, infatti, può essere determinata da una pluralità di combinazioni tra *credit quality* (PD), *exposure at default* e *recovery rate*. Più in particolare, assumendo l'EAD deterministica in modo tale che tale componente con influisca sul rischio di credito della singola posizione, la stessa *loss given default* può essere determinata ai due estremi da:

a) rischio di *default* dell'emittente elevato e un rischio di recupero contenuto (elevata PD ed elevato RR);

b) rischio di *default* modesto e un rischio di recupero alto (PD contenuta e RR basso).

Si è visto che il *recovery rate* dipende in gran parte dalle garanzie prestate. Conseguentemente, il processo di affidamento non dovrebbe focalizzarsi solamente sulla perdita in caso di insolvenza poiché, in questo modo, si perderebbe del tutto l'informazione contenuta nella specifica configurazione degli elementi fondamentali che concorrono al rischio complessivo dell'esposizione. Tralasciando gli aspetti connessi alle ripercussioni sistemiche che non rientrano tra gli obiettivi del presente lavoro, a livello di singola banca è necessario essere sapere se si sta affidando soggetti molto rischiosi che prestano garanzie di buona qualità oppure se si sta affidando soggetti affidabili ma con garanzie scarse. Ciò non solo dal punto di vista regolamentare, del *risk management* e della pianificazione strategica, ma anche e semplicemente dal punto di vista organizzativo poiché nel primo caso sarà necessario implementare un ufficio per il recupero crediti adeguato vista la maggior frequenza dei *default*, mentre nel secondo caso un ufficio adeguato al monitoraggio delle esposizioni adeguato al maggior numero di clienti affidati. Di assoluto rilievo, è anche la questione relativa al maggior impatto sulla liquidità e sulla maggior importanza dello studio delle correlazioni tra le controparti e tra la PD e il RRdelle stesse nel caso in cui si voglia affidare soggetti più rischiosi ma adeguatamente garantiti.

Si tratta, in ogni caso, di considerazioni che possono apparire astratte ma che, tuttavia, si ripercuotono in modo significativo e di difficile quantificazione sulla qualità del portafoglio detenuto dall'intermediario, sui suoi rapporti con la vigilanza, sulle sue *performance* e sulla sua esposizione al rischio. Nel corso del presente lavoro sono stati trattati parte degli strumenti e delle tecniche concepiti allo scopo di misurare, gestire e monitorare il rischio di credito; tuttavia, ferma l'assoluta rilevanza di tali

metodi, è opinione che essi siano, almeno per il momento, insufficienti ad assicurare la sana e corretta gestione delle banche. Taluni aspetti, quali la conoscenza personale del cliente, l'esperienza personale, le competenze e le attitudini di chi la banca la gestisce e di coloro che vi lavorano sono, senza dubbio, imprescindibili e necessari ad assicurare una buona gestione dell'intermediario e la salvaguardia del suo equilibrio economico, patrimoniale e finanziario. Ne deriva che tutto il personale bancario dovrebbe avere sia conoscenze teoriche in relazione ai modelli per la gestione del rischio di credito e sia conoscenze sviluppate dalla pratica bancaria al fine di dare adeguata considerazione, nell'ambito delle dimensioni e delle potenzialità dell'istituzione in cui opera, ad ogni fattore che determina il rischio di credito di un'esposizione e dell'intero portafoglio. Solo in questo modo, infatti, è possibile implementare una gestione dell'impresa bancaria sana ed equilibrata a tutti i livelli organizzativi e in tutte le funzioni aziendali. In altri termini, solo con una conoscenza diffusa del risultato finale di una data decisione e delle relative cause è possibile raggiungere il livello di *performance* richiesto dal mercato e al contempo il contenimento del rischio nelle sue diverse configurazioni.

9.2 La richiesta di affidamento e l'istruttoria fido

La richiesta di affidamento e l'istruttoria fido si svolgono attraverso una procedura le cui modalità variano a seconda della struttura organizzativa e delle dimensioni dell'intermediario. Pertanto, essa è presentabile solamente nelle sue caratteristiche più generali. Infatti, le competenze decisionali in materia di affidamento e l'organizzazione dei centri di decisionali sono stabiliti generalmente nello statuto della banca o attraverso regolamenti interni. Con riferimento alle modalità di individuazione dei soggetti competenti, il criterio fondamentale è quello dell'ammontare del fido richiesto o del rapporto tra fido e forma tecnica del prestito. In ogni intermediario, inoltre, è possibile osservare una gerarchia gerarchica piramidale che a partire dal consiglio di amministrazione si estende a tutta l'istituzione attraverso un sistema di deleghe che attribuiscono un livello decrescente di autonomia decisionale e di ammontare massimo di fido concesso. Pertanto, fermo restando che nella quasi totalità dei casi il contatto tra la banca e la clientela avviene tramite le dipendenze della banca medesima, queste ultime si occupano di istruire e di concedere i fidi che rientrano nella propria sfera di competenza e a trasmettere alla funzioni gerarchicamente superiori le pratiche che eccedono il proprio abito di competenza fino ad arrivare alla direzione generale, al comitato esecutivo ed al consiglio di amministrazione. Nelle banche di maggiori dimensioni, in aggiunta, si osserva una struttura organizzativa suddivisa anche per tipologia di controparte, attività svolta, forma tecnica e aree territoriali[2]. In ogni caso,

[2]La trattazione delle processo di affidamento dal punto di vista puramente organizzativo esula dagli obiettivi del presente lavoro, pertanto si ritiene sufficiente quanto si è affermato nella presente Sezione.

ciò è sufficiente a confermare la necessità di una conoscenza diffusa a tutti i livelli dell'organizzazione al fine di assicurare tanto la qualità delle decisioni di affidamento in quanto tali, quanto il rispetto degli obiettivi strategici e di budget dell'istituzione (cfr. Sezione 9.1).

Per quanto riguarda le fasi del processo di affidamento, generalmente tale processo consiste in quattro fasi:

a) accertamento della correttezza formale e sostanziale dei dati, delle informazioni e delle dichiarazioni fornite e rilasciate dal richiedente al momento della formulazione della domanda di affidamento e integrazione delle stesse sulla base della capacità conoscitive delle banca e degli strumenti a propria disposizione;

b) analisi delle caratteristiche del settore di attività del richiedente, delle caratteristiche proprie del soggetto da affidare e delle sue prospettive future;

c) analisi quantitative sulla base dei dati e delle informazioni a disposizione, ovvero:

   i. analisi consuntive condotte attraverso l'analisi dei bilanci allo scopo di calcolare i consueti valori, indici e flussi per la valutazioni dell'equilibrio economico, patrimoniale e finanziario del richiedente,

   ii. analisi previsionali condotte attraverso bilanci previsionali e previsioni sui flussi di mezzi monetari allo scopo di verificare la capacità restitutiva del richiedenti rispettivamente nel medio-lungo periodo e nel breve periodo;

d) aggregazione dei risultati delle analisi di cui ai punti precedenti e predisposizione di una relazione di fido.

Gli obiettivi e gli strumenti necessari al compimento di ogni fase sono sinteticamente riportati nella Tabella 9.1 a cui si rimanda.

Nella Sezione 9.1 si è detto che la valutazione del merito creditizio ha come obiettivo quello di valutare le capacità di restituzione del richiedente fido, nonché le possibilità di rientro delle somme prestate in caso di insolvenza delle controparte. Ebbene, con riferimento al primo aspetto è necessario evidenziare come il merito creditizio dipenda essenzialmente dalle capacità di generare flussi di reddito sufficientemente ampi e dalla capacità di convertire in disponibilità liquide i margini economici prodotti, nonché dalla composizione degli impieghi e delle fonti di finanziamento. Per quanto riguarda il secondo aspetto, l'obiettivo della valutazione è invece quella di valutare le garanzie eventualmente prestate e la liquidità degli attivi patrimoniali dell'impresa affidata. Ne deriva che la tipologia di informazioni necessarie per compiere la valutazione devono essere funzionali al buon apprezzamento di tali requisiti. Le fonti informative

Fasi e loro sviluppo	Natura, oggetto e strumenti delle analisi
1. *Accertamento dei dati e raccolta delle informazioni* 1.1. Accertamento 1.2. Informazioni interne 1.3. Informazioni esterne	• Iscrizione CCIAA e proprietà immobiliari dichiarate (accertamenti ipotecari e catastali) • Posizione legale delle persone giuridiche, responsabilità dei soci, poteri di firma degli amministratori, stato civile e regime patrimoniale delle persone fisiche • Movimento del conto corrente • Posizione globale di rischio come da segnalazioni della Centrale dei rischi, da banche dati esterne e da informazioni presso terzi • Visite aziendali e sopralluoghi diretti
2. *Analisi qualitative* 2.1. Struttura e andamento del settore di attività economica 2.2. Aspetti e caratteristiche della gestione	• Situazione generale del settore in rapporto allo stato della congettura economica nazionale e locale, struttura del settore (concentrazione, numero e dimensione delle imprese, prospettive di sviluppo, struttura degli impieghi e struttura finanziaria media) • Struttura organizzativa e capacità del *management*, politiche di produzione, approvvigionamento e vendita, posizione competitiva e quota di domanda servita • Valutazione sull'affidabilità dei piani industriali e delle politiche strategiche seguite, nonché previsioni sull'andamento futuro dei principali valori-margine, valori-flusso e quozienti aziendali
3. *Analisi quantitative* 3.1. Analisi consuntive: analisi di bilancio 3.2. Analisi previsionali: previsione finanziaria	• Indici di liquidità (indice di liquidità e di tesoreria, elasticità degli impieghi) • Indici di redditività (ROE, ROA, ROI e ROS) • Indici di indebitamento (*leverage* e ROD) • Indici di impiego delle attività (durata media dei crediti e dei debiti commerciali, rotazione delle scorte, rotazione delle attività correnti e del capitale investito) • Margini economici, flussi finanziari, di capitale circolante e di cassa (EBITDA, EBIT, ΔCCC, FCFO e FCFE)
4. *Relazione di fido*	• Valutazione e sintesi complessive delle fasi allo scopo di intraprendere la decisione di fido

Tabella 9.1: *Elementi per l'istruttoria di fido* (fonte: Ruozi e Bottiglia [89, p. 128-129] con adattamenti)

a disposizione della banca nel corso del processo di affidamento verranno trattate nel corso delle successive sezioni e sono:

a) il bilancio d'esercizio (cfr. Sezione 9.2.1);

b) la Centrale dei rischi (cfr. Sezione 9.2.2.1);

c) i dati andamentali interni (cfr. Sezione 9.2.2.2);

d) le analisi settoriali e relative all'andamento economico generale, nonché le analisi qualitative condotte dai soggetti interni alla banca e competenti in materia di erogazione del credito (cfr. Sezione 9.2.3).

9.2.1 Fonti informative esterne - Il bilancio

L'analisi dei bilanci del soggetto richiedente un fido rappresenta la fonte informativa tipica del processo di valutazione del merito creditizio. Si tratta, brevemente, di un analisi quantitativa delle informazioni contenute nei prospetti che compongono il bilancio allo scopo di ottenere un profilo aziendale del richiedente da cui emerga la struttura dei fabbisogni finanziarie e le relative forme di copertura attraverso quattro tipologie di analisi finalizzate rispettivamente alla allo studio dell'equilibrio economico, patrimoniale e finanziario, nonché alla dinamica dei flussi di cassa dell'impresa richiedente.

La trattazione delle modalità attraverso cui viene svolta l'analisi di bilancio esula dagli obiettivi del presente lavoro. Alcuni indici e margini che vengono generalmente calcolati sono indicati nella Tabella 9.1.

Ciò che realmente interessa in questa sede è discutere delle reali capacità esplicative del bilancio d'esercizio. A tal fine, per prima cosa, è necessario evidenziare la differenza tra bilancio ordinario e bilancio semplificato. Quest'ultimo è regolato a norma dell'art. 2435-*bis* c.c. in cui, al primo comma, si statuisce che *"le società, che non abbiano emesso titoli negoziati in mercati regolamentati, possono redigere il bilancio in forma abbreviata quando, nel primo esercizio o, successivamente, per due esercizi consecutivi, non abbiano superato due dei seguenti limiti:*

1) *totale dell'attivo dello stato patrimoniale: 4.400.000 euro;*

2) *ricavi delle vendite e delle prestazioni: 8.800.000 euro;*

3) *dipendenti occupati in media durante l'esercizio: 50 unità".*

Con riferimento alle semplificazioni previste dal bilancio in forma abbreviata, esse sono analiticamente descritte a norma dei commi successivi dello stesso articolo dando evidenza degli accorpamenti da operare e delle informazioni che possono essere omesse a partire dagli schemi e dai documenti che compongono il bilancio ordinario a norma degli art. 2425 *ss.* c.c. a cui si rimanda. L'avvalersi delle facoltà di redigere il bilancio semplificato dai soggetti che ne rispettino i requisiti previsti comporta una drastica riduzione delle potenzialità informative del prospetto, soprattutto per quel

che riguarda l'analisi dell'equilibrio patrimoniale e finanziario. Per quanto riguarda le imprese di minori dimensioni, non è infrequente che il potenziale informativo del bilancio si riduca fino a passare in secondo piano poiché la semplicità della gestione mal si presta ad essere rappresentata attraverso schemi di bilancio concepiti inizialmente per realtà più sviluppate. In aggiunta, come spesso accade, non vi è alcuno sforzo da parte di chi il bilancio lo redige di andare oltre la norma che richiede la "*rappresentazione veritiera e corretta*" della gestione aziendale, probabilmente per mancanza di sensibilità relativa all'importanza dell'informativa societaria come strumento per un più agevole accesso al credito o per evitare ripercussioni di carattere fiscale.

Per quanto riguarda il bilancio d'esercizio in generale, la predisposizione dei prospetti di conto economico e di stato patrimoniale si scontra con la disciplina fiscale. Non mancano, infatti, disposizioni che differiscono tra i due impianti normativi[3]. Ciò, inevitabilmente, comporta una distorsione del bilancio civilistico dettato dal rispetto della norma fiscale. In aggiunta, un'ulteriore fonte di distorsione può aversi in presenza di opzioni accordate al contribuente dalla norma fiscale: infatti, come principio generale, il contribuente è libero di scegliere, nel rispetto della normativa civilistica e fiscale vigente, l'alternativa col minor carico fiscale[4].

Passando oltre, un limite ulteriore dell'informativa di bilancio risiede nella tempistica. Infatti, il bilancio d'esercizio viene redatto solo annualmente e deve essere approvato, come regola generale, non oltre centoventi giorni dopo la chiusura dell'esercizio sociale cui si riferisce o entro il termine inferiore eventualmente previsto dallo statuto, sempre che "*particolari esigenze relative alla struttura ed all'oggetto della società*" non giustifichino l'approvazione entro il più ampio termine di centottanta giorni in presenza di apposite previsioni statutarie (cfr. art. 2364, 2 co. c.c.).

Per finire, pur se con le limitazioni suddette, si ritiene che l'informativa di bilancio e la sua analisi rappresentino una fonte informativa di assoluto rilievo nel processo di valutazione del merito creditizio, sia in sede di primo affidamento e sia in sede di monitoraggio del credito già erogato. Il bilancio, oltre a rappresentare la base di partenza per il calcolo dei coefficienti riportati in Tabella 9.1, rappresenta la base, assieme ai piani strategici e alle previsioni di budget, per la predisposizione di bilanci previsio-

[3]Degli esempi possono essere rappresentati dal trattamento degli ammortamenti e dai limiti di deducibilità previsti per le svalutazioni delle poste dell'attivo patrimoniale e le componenti straordinarie di costo.

[4]Un esempio emblematico è l'opzione accordata ai soci-amministratori di una società di capitale di attribuire i redditi per trasparenza (e, quindi, assoggettarli a IRPEF) piuttosto che tassarli dapprima in capo alla società (assoggettandoli ad IRES) e poi come rendita di capitale al momento della distribuzione o, ancora, abbattere l'imponibile della società accordandosi un maggiore compenso in qualità di amministratori della stessa.

nali allo scopo di valutare la capacità restitutiva dell'affidato o del richiedenti in ottica prospettica. In aggiunta, l'informativa di bilancio, unitamente ai dati andamentali interni e di Centrale dei rischi, come si è visto nella Sezione 3.1.2, rappresenta uno dei fattori di input per l'applicazione dei modelli *logit-probit* per la stima della *default probability* della controparte. Pertanto, è possibile affermare che l'importanza del bilancio d'esercizio si estenda tanto alla dimensione dei modelli di *risk management*, quanto alla dimensione del fattore umano. Quest'ultimo è, a sua volta, connesso all'apprezzamento di tutte le componenti e le prassi valutative che i modelli non sono in grado di cogliere e che, pertanto, richiedono un intervento del personale dell'intermediario il quale, con le proprie conoscenze e con la propria esperienza professionale, è in grado di dare voce anche ai fenomeni non quantificabili.

9.2.2 Fonti informative interne

Nell'ambito del presente lavoro, per fonti informative interne si intendono essenzialmente le fonti informative di cui la banca dispone in quanto tale inerenti ai rapporti andamentali tra soggetto richiedente/affidato e sistema bancario complessivo oppure tra soggetto richiedente/affidato e singola banca. Le due fonti di informazioni sono rispettivamente rappresentate dalla Centrale dei rischi (cfr. Sezione 9.2.2.1) e dai dati andamentali interni (cfr. Sezione 9.2.2.2).

Per l'analisi ti tali fonti informative, si ritiene utile distinguere tra:

a) dinamiche tra il soggetto richiedente/affidato rispetto al sistema bancario nel suo complesso;

b) dinamiche tra il soggetto richiedente/affidato rispetto alla singola banca;

c) dinamiche della gestione aziendale.

La distinzione è utile al fine di identificare gli strumenti e le fonti informative a disposizione della banca per la valutazione del merito creditizio. Infatti, è possibile affermare che, in linea di principio, l'interazione con il sistema bancario sia osservabile dalla singola banca attraverso la Centrale dei rischi mentre, per quanto riguarda il rapporto tra singola banca e richiedente/affidato, nonché le dinamiche gestionali di quest'ultimo, è possibile affermare che l'unico elemento conoscitivo sia rappresentato dalle informazioni e dalle dichiarazioni rilasciate dal richiedente/affidato, dai dati osservati dalla banca e dalle visite aziendali se condotte.

9.2.2.1 La Centrale dei rischi

Consapevole delle difficoltà relative alla valutazione del merito di credito, la Banca d'Italia ha provveduto ad istituire la Centrale dei rischi, ovvero una banca dati

informativa che censisce il credito erogato in Italia. Le norme regolamentari che disciplinano la materia sono contenute nella circolare n. 139/1991. Inizialmente, l'obbligo di aderire alla Centrale dei rischi era posto a carico unicamente delle banche così come definite a norma dell'art. 10, 1 e 2 co. TUB; tuttavia, proprio in forza dei vantaggi pratici, nonché per assicurare maggiore efficacia informativa al sistema, l'obbligo è stato successivamente esteso anche agli intermediari finanziari *ex* art. 106 TUB. Ancora, a causa dei costi connessi alla gestione della Centrale, la Banca d'Italia ha posto un limite quantitativo minimo per determinare la soglia di rilevanza oltre la quale vige l'obbligo di segnalazione; tale soglia, pari attualmente a 30.000 euro, è stata progressivamente abbassata per non escludere di fatto dall'obbligo di censimento le operazioni di credito al consumo. La medesima soglia si applica anche con riferimento alle segnalazioni relative alle garanzie prestate e non si applica alle esposizioni classificate a sofferenza che devono essere sempre e comunque segnalate. Da ultimo, si prevede che "*le banche autorizzate in Italia e gli altri soggetti tenuti a effettuarle segnalazioni comunicano mensilmente la propria esposizione creditizia verso ciascun cliente qualora la stessa raggiunga o superi i previsti limiti di censimento*". Da questo punto di vista occorre precisare che oggetto della segnalazione è anche ogni forma di co-obbligazione, ivi inclusi pertanto anche i crediti di firma.

Dal punto di vista della singola banca, in sede di primo affidamento e sia in sede di monitoraggio dell'esposizione già in essere, i vantaggi che la Centrale dei rischi consente di ottenere sono:

a) un'informazione attendibile circa il livello di indebitamento del singolo soggetto richiedente, in modo tale da poterne valutare la compatibilità rispetto alla dotazione patrimoniale;

b) una migliore qualità del credito erogato poiché si rende possibile monitorare l'andamento degli eventuali rapporti che il richiedente o l'affidato intrattiene con banche terze.

Più in particolare, la Banca d'Italia afferma che "*il servizio offerto dalla centrale dei rischi si propone di fornire ai soggetti tenuti ad effettuare le segnalazioni, uno strumento informativo in grado di accrescere la loro capacità di valutazione e di controllo della clientela*". Da ciò, si evince che la segnalazione è interesse degli stessi soggetti segnalanti in quanto la Centrale non è utile solo in sede di primo affidamento o di rinnovo del credito, ma anche in corso di durata del rapporto creditizio quando emergono necessità di controllo della clientela. In aggiunta, la Banca d'Italia prevede che "*assumono quindi rilevanza, al di là del formale rispetto degli organi normativi, la piena collaborazione e il senso di responsabilità dei partecipanti nell'assicurare il corretto funzionamento del servizio e l'attendibilità delle informazioni rese*". Da questo punto di vista, si tratta di vere e proprie norme

di vigilanza poiché la banca può essere sanzionata per omessa o errata segnalazione, infatti la puntualità e la correttezza delle segnalazioni sono considerate determinanti per l'efficienza, l'efficacia e l'affidabilità del sistema.

Inoltre, è altresì previsto che "*resta comunque, nella piena autonomia dei partecipanti medesimi, il compito di valutare tutti i dati oggettivi e soggettivi che concorrono alla formazione del giudizio sulla effettiva potenzialità economica degli affidati*". Con tale previsione si vuole affermare che il giudizio circa il merito creditizio di ogni singolo cliente è comunque rimesso all'autonomia decisionale della banca. Ancora, affermando che le decisioni in materia restano nella piena autonomia della banca, si intende affermare anche che la Banca d'Italia non risponde della correttezza dei dati inseriti nella Centrale; pertanto, non è possibile che un intermediario attribuisca alla Banca d'Italia l'errore nel processo di affidamento commesso a causa dell'inesattezza o della mancanza di informazioni nella Centrale dei rischi per via dell'omessa vigilanza circa la correttezza dei dati inseriti. Proseguendo oltre, è previsto che "*la Banca d'Italia effettua presso gli utilizzatori del servizio gli accertamenti ispettivi che si rendono necessari ai fini del regolare svolgimento del servizio medesimo per garanzia degli stessi utilizzatori*". Con tale previsione, ancora, non si vuole affermare la responsabilità del soggetto vigilante in merito alla correttezza dei dati trasmessi alla Centrale: si vuole, altresì, prevedere il potere della Banca d'Italia, in sede di vigilanza ispettiva, di verificare che le banche rispettino le disposizioni regolamentari in materia segnalando e non omettano segnalazioni dovute al fatto per cui le stesse versano in condizione di conflitto di interessi in quanto la segnalazione di esposizioni anomale comporta automaticamente l'innalzamento del coefficiente ponderale per il rischio di credito e il conseguente incremento del requisito patrimoniale necessario.

Passando, ora, alla trattazione del primo servizio offerto alle banche dalla Centrale dei rischi, la Banca d'Italia in materia prevede testualmente che "*sulla base delle segnalazione ricevute, la centrale dei rischi restituisce con la stessa periodicità - mensile - un flusso di ritorno* [...] *personalizzato per ogni intermediario con il quale viene fornita la posizione globale di rischio nei confronti dell'intero sistema dei singoli clienti segnalati*". Dunque, la banca ottiene periodicamente il monitoraggio circa l'esposizione di ogni cliente nei confronti dell'intero sistema e, pertanto, la stessa sarà in grado di valutare tempestivamente un eventuale aggravamento della rischiosità con riferimento ad ogni cliente. Sotto altro punto di vista, il flusso personalizzato di ritorno costituisce una forma di incentivo per le banche a fornire segnalazioni accurate e tempestive al fine di non compromettere il sistema. Tale aspetto viene, inoltre, amplificato in considerazione del fatto per cui si tratta di un servizio gratuito reso dalla Banca d'Italia che permette di risparmiare notevoli costi amministrativi che, in mancanza, sarebbero a carico della banche con

risultati certamente non equiparabili.

Ancora, la Centrale dei rischi si configura anche come uno strumento informativo per la Banca d'Italia stessa che lo utilizza per conoscere l'incidenza delle c.d. partite anomali rispetto al totale degli affidamenti. Inoltre, con la trasmissione periodica dei dati da inserirsi nella matrice dei conti, la Banca d'Italia ha la possibilità di conoscere tali dati solamente dal punto di vista aggregato; con l'ausilio della Centrale, invece, la stessa ha la facoltà di conoscere i dati analitici relativamente ad ogni singolo rapporto bancario. Analogamente, la Banca d'Italia è così nelle condizioni di valutare anche il frazionamento del rischio relativamente ad ogni soggetto vigilato, nonché il rispetto dei vincoli previsti in materia di grandi fidi.

Passando al secondo servizio offerto, è opportuno evidenziare come sia interesse della banca aver accesso alle informazioni relative anche a soggetti con cui non intrattiene alcun rapporto: tale necessità si manifesta principalmente in sede di primo affidamento poiché, come già detto, il servizio gratuito restituisce alla banca solamente un flusso informativo di ritorno relativo ai soli soggetti da essa segnalati. Da qui il c.d. "servizio di prima informazione" che fornisce un'informativa relativa anche a tutti i soggetti che non siano già affidati dalla banca. Tale servizio è offerto solamente a pagamento e consente al sistema di autofinanziarsi.

Proseguendo oltre, nel tempo sono stati istituiti dei database gestiti da società, di cui CRIF S.p.A. rappresenta certamente l'esempio più celebre, che offrivano alle banche anche servizi di censimento e di *reporting* relativi alle operazioni di importo inferiore a 30.000 euro (e, quindi, escluse dall'obbligo di segnalazione).

Un altro aspetto importante, che in un certo senso limita la convenienza della banca ad inoltrare la segnalazione tempestivamente, riguarda il potenziale conflitto di interessi connesso alla comunicazione di informazioni che potrebbero portare benefici ad altre banche concorrenti in sede di primo affidamento o di gestione e controllo della propria esposizione in essere. Più precisamente, la singola banca segnalante si trova in conflitto di interessi poiché, nel caso in cui un soggetto intrattenga rapporti con più banche e ammesso che tali rapporti siano ancora valutati come crediti *in bonis*, nel momento in cui essa intendesse spostare la posizione tra le c.d. "partite anomale" si troverebbe, di fatto, ad agevolare le banche concorrenti trasmettendo loro, per mezzo della Centrale medesima, informazioni relative al peggioramento del merito creditizio dello specifico cliente: in tal caso, infatti, per le altre banche la posizione rappresenterebbe una c.d. sofferenza allargata (o rettificata). In questo modo, le banche concorrenti potrebbero iniziare a chiedere il rientro delle somme prestate, rendendo così più diffi-

Categorie di censimento dei rischi	Tipologia di esposizioni
Crediti per cassa	Rischi autoliquidanti, a scadenza, a revoca, crediti ammessi a procedure concorsuali e sofferenze
Crediti di firma	Fideiussioni, avalli, accettazioni, impegni a pagare e altre garanzie rilasciate da intermediari vigilati
Garanzie	Garanzie reali e personali rilasciate dai debitori a garanzia del credito vantato dall'intermediario
Derivati	Opzioni e *swaps* con indicazione del valore della posizione al data dell'operazione
Altro	Sofferenze, crediti scaduti, operazioni per conto terzi e operazioni in *pool*

Tabella 9.2: *Centrale dei rischi - Censimento dei rischi*

Classi di dati	Tipologia di esposizioni				
	Crediti per cassa	Crediti di firma	Garanzie	Derivati	Altro
Accordato	x	x	x	x	x
Accordato op.	x	x	x	x	x
Utilizzato	x	x	x	x	x
Saldo medio	x	x	x	x	x
Valore garanzia	x	x	x	x	x
Max garantito	x	x	x	x	x
Valore intrinseco	x	x	x	x	x
Altri valori	x	x	x	x	x

Tabella 9.3: *Centrale dei rischi - Classificazione dei dati*

coltoso e oneroso il recupero per la banca segnalante. Per evitare tali problematiche, quest'ultima ritardare o omettere la segnalazione ed, eventualmente, concludere un accordo transativo col cliente, arrecando un danno delle altre banche proporzionale alla contrazione del patrimonio del debitore a seguito dell'accordo. In ogni caso, è necessario sottolineare che si tratta comunque di norma di vigilanza, il cui mancato rispetto rende la banca passibile a sanzione, nonostante l'autonomia decisionale prevista dalla normativa di vigilanza espressamente dettata in materia. In aggiunta, in caso di assoggettamento a procedura concorsuale del debitore, la banca che ha omesso la segnalazione potrebbe essere soggetta, qualora ne ricorrano i presupposti di diritto, all'azione revocatoria *ex* art. 64 *ss*. l.f. da parte dell'organo incaricato della procedura. Per quanto riguarda il regime di responsabilità previsto in caso di errate o omesse segnalazioni, in passato la giurisprudenza era rigorosa nel negare forme risarcitorie, tuttavia col tempo si è assistito ad un cambio di orientamento e attualmente è ammessa la possibilità per le banche di agire per l'ottenimento del risarcimento del danno arrecato.

Per quanto riguarda il contenuto delle segnalazioni, si prevede che "*devono essere*

segnalati, tutti i crediti, sia per cassa che per firma nei confronti di soggetti in stato di insolvenza, anche se non accertato giudizialmente, o situazioni equiparabili". Più in particolare, le segnalazioni alla Centrale dei rischi devono essere trasmesse distinguendo le esposizioni per forma tecnica individuando cinque categorie di censimento dei rischi a loro volta suddivise in otto classi di dati (cfr. Tabella 9.2 e 9.3). Tali segnalazioni, inoltre, permettono alla singola banca, per ogni soggetto segnalato, di ottenere un flusso di ritorno riguardante:

a) il valore degli sconfinamenti ed i margini disponibili con separata indicazione per ogni categoria di censimento e tipologia di classificazione dei dati;

b) il numero di intermediari che hanno inviato la segnalazioni, nonché di quelli che hanno classificato la posizione a sofferenza;

c) Il numero di richieste pervenute al servizio di prima informazione nei sei mesi precedenti;

d) la posizione complessiva di ogni soggetto segnalato nei confronti dell'intero sistema bancario, nonché nei confronti del gruppo dell'intermediario che ha inoltrato la segnalazione.

Tali informazioni sono utili sia in sede di monitoraggio del credito e di analisi qualitativa (cfr. Sezioni 9.2.3 e 9.3) e sia nell'applicazione dei modelli finalizzati alla stima del *recovery rate* e della *loss given default* (cfr. Sezione 3.3). Con riferimento a quest'ultimo aspetto, infatti, tali informazioni sono utili tanto per la costruzione delle *look-up tables* grazie alla classificazione delle segnalazioni per categoria di censimento e classi di dati, quanto per la specificazione dei modelli fattoriali grazie all'inserimento di regressori quali, ad esempio, il rapporto tra valore degli sconfinamenti e la posizione complessiva dell'affidato nei confronti del sistema bancario.

Nella prima parte della definizione si fa riferimento al concetto di insolvenza dal punto di vista della legge fallimentare per cui è insolvente il soggetto che non versa nelle condizioni di adempiere puntualmente e con regolarità alle proprie obbligazioni o che versa in condizioni di fatto equiparabili. Si tratta di situazioni che la Giurisprudenza individua in quelle circostanze di fatto oggettivamente assimilabili all'insolvenza, pur se in mancanza della sentenza di un giudice che dichiari lo stato di insolvenza. Da notare che la previsione di uno stato di insolvenza "*anche se non accertato giudizialmente*" ha la finalità di includere nella fattispecie anche i soggetti non siano ancora stati dichiarati falliti o che, dal punto di vista dell'art. 5 l.f., non sono fallibili poiché:

a) non oltrepassano le soglie patrimoniali minime previste;

b) non presentano i requisiti soggettivi richiesti dalla norma.

Finalità dell'analisi	Tipologia di dati andamentali	
	Movimenti di conto corrente	Utilizzo del fido accordato e sconfinamenti
Attività di monitoraggio della singola esposizione	Soprattutto se il cliente intrattiene rapporti con una singola banca, la conoscenza delle modalità attraverso cui generalmente avvengono versamenti e prelevamenti, unitamente all'esperienza professionale del personale e alla conoscenza della clientela, rappresenta un presidio efficace nella previsione di possibili peggioramenti futuri della situazione economica, patrimoniale e finanziaria della controparte	In presenza di utilizzi del fido accordato sistematicamente prossimi all'importo massimo concesso può configurare un sintomo di deterioramento della posizione creditoria; lo stesso segnale può essere dato, in modo più evidente, dalla presenza di sconfinamenti che possono configurare una situazione di deterioramento già più avanzato rispetto al sistematico utilizzo della totalità del fido accordato
Specificazione dei modelli per la stima della PD	Inserimento di regressori quali l'incidenza percentuale delle disponibilità liquide rispetto al totale delle passività finanziarie o rispetto alle passività esigibili entro 12 mesi	Inserimento di regressori quali la percentuale di utilizzo del fido accordato e il valore percentuale dello sconfinamento rispetto al fido accordato

Tabella 9.4: *Finalità dell'analisi andamentale*

Da ultimo, le Istruzioni di vigilanza continuano prevedendo che "*la contabilità di un'esposizione a sofferenza, implica una valutazione della banca, della situazione finanziaria, economica e patrimoniale complessiva del soggetto e non può scaturire l'iscrizione a sofferenza di un mero inadempimento di un singolo debito*". La finalità di tale previsione è quella di tenere conto del fatto per cui l'incapacità di far fronte regolarmente alle proprie obbligazioni possa derivare da diverse ragioni. Si tratta, in definitiva, di valutazioni che richiedono necessariamente l'intervento del personale della banca, poiché la classificazione a sofferenza prescinde quasi del tutto dal semplice inadempimento di uno o più pagamenti e richiede la valutazione di personale competente, ovvero di soggetti che siano in grado di cogliere la situazione complessiva del rapporto con l'affidato.

9.2.2.2 I dati andamentali

Per quanto riguarda i dati andamentali, in questa sede si ritiene preferibili focalizzare l'analisi esclusivamente sull'osservazione dei movimenti in conto corrente e sugli sconfinamenti. Ciò poiché si ritiene che tali informazioni possano prestarsi allo scopo di fornire un indicatore preventivo di deterioramento della posizione e sia di ottenere una miglior specificazione dei modelli *logit-probit* per la stima della PD nelle società non quotate attraverso l'inserimento nel modello di regressori ulteriori, purché significativi (cfr. Tabella 9.4).

9.2.3 Analisi qualitative

Le analisi qualitative rappresentano la fase in cui emerge maggiormente la sensibilità, la preparazione e l'esperienza del soggetto che conduce la valutazione del merito creditizio di una controparte. Gli obiettivi e gli strumenti con cui tali analisi devono essere condotte sono ancora una volta quelle riportate nella Tabella 9.1. Per quanto

riguarda ciò che interessa ai fini del presente lavoro, ovvero il potenziale informativo sfruttabile ai fini del *risk management*, è possibile affermare che le analisi qualitative generalmente si basano:

a) compilazione di un questionario specificamente predisposto la cui struttura dipende dalle prassi e dalle procedure in essere all'interno della specifica banca, nonché dalla tipologia di clientela richiedente l'affidamento;

b) indagini conoscitive svolte dal personale addetto della banca presso clienti e fornitori con cui la controparte intrattiene rapporti commerciali al fine di conoscere la regolarità e la tempestività con cui i debiti commerciali vengono pagati, la durata media dei debiti e dei crediti commerciali e le modalità di vendita[5].

Attraverso l'analisi qualitativa, avvalendosi anche di dati e informazioni provenienti dal altre fonti, il valutatore deve comprendere quali sono le esigenze di finanziamento del cliente e deve valutare in modo critico la sua situazione attuale e prospettica. Più in particolare, il valutatore deve comprendere quale sia la forma tecnica che più si adatta alle esigenze del cliente, tenendo congiuntamente in considerazione di fattori quantitativi quali:

a) l'ammontare dei margini economici necessari alla copertura degli oneri finanziari;

b) livello dell'indebitamento e relative forme tecniche utilizzate come da flusso di ritorno della Centrale dei rischi;

c) l'impatto sulla liquidità aziendale;

d) la tipologia e la durata di fabbisogno finanziario da soddisfare (copertura del capitale circolante commerciale o finanziamento di beni durevoli o immateriali)

e) la fase di sviluppo aziendale[6];

[5]Ovviamente il personale della banca dovrebbe condurre una sorta di verifica di coerenza tra i dati ottenuti dalle diverse fonti informative al fine ultimo di appurare l'attendibilità delle stesse. Ad esempio, la durata media dei debiti e dei crediti commerciali può essere agevolmente calcolata a partire dal bilancio. Tali valori, a meno di approssimazioni, devono coincidere con la media della durata delle dilazioni concesse dai fornitori e accordate ai clienti pesata per l'incidenza sul totale della relazione col singolo fornitore/cliente.

[6]La fase di sviluppo della vita aziendale rappresenta un elemento conoscitivo di non poco conto poiché gran parte delle informazioni e dei dati devono essere interpretati alla luce della fase del ciclo aziendale. Ad esempio, un capitale circolante commerciale (CCC) elevato o in crescita rappresenta di certo un fabbisogno elevato o crescente di fonti di finanziamento a titolo oneroso per la continuazione del *core business* aziendale, ovvero essenzialmente il ciclo acquisto-trasformazione-vendita. Tuttavia, è altrettanto vero che ciò non rappresenti necessariamente un elemento di negatività nella valutazione del merito creditizio poiché l'aumento del circolante potrebbe essere dovuto ad una fase di espansione aziendali, piuttosto che alla perdita di efficienza operativa, alla presenza di crediti inesigibili o a uno scarso potere contrattuale con clienti e fornitori.

f) l'andamento economico generale e settoriale in termini attuali e prospettici.

Da ultimo, una riflessione deve essere condotta con riferimento all'importanza dell'analisi qualitative nell'ambito del processo di valutazione del merito creditizio di un soggetto. Ebbene, le analisi qualitative assumono peso crescente al diminuire delle dimensioni e del grado di complessità dell'affidato o del richiedente. Inoltre, tali analisi, anche a causa delle sue caratteristiche intrinseche che le rendono non pienamente oggettive e difficilmente integrabili in un sistema informativo se non entro la relazione riepilogativa (cfr. Tabella 9.1), in genere assumono un peso inferiore rispetto alle analisi quantitative. A ben vedere, si tratta di una conclusione abbastanza intuitiva. Infatti, si è precedentemente detto che il bilancio d'esercizio ha un minor potere informativo nelle realtà aziendali di modeste dimensioni, ancor più se queste redigono il bilancio in forma abbreviata. Ne deriva che, per quanto la gestione e le decisioni degli intermediari debbano essere il più possibile basate su un dati ed informazioni quantitative ed oggettive, qualora queste ultime siano scarse, insufficienti o poco rappresentative, l'unica strada percorribile sia un maggior ricorso all'analisi qualitativa. Sotto un altro punto di vista, alcune analisi qualitative non sono praticabili con riferimento a controparti di grandi dimensioni: ad esempio, le informazioni derivanti dalla conoscenza diretta e personale dell'imprenditore sono fruibili unicamente in realtà aziendali non eccessivamente sviluppate dal punto di vista dimensionale ed organizzativo, poiché si rende necessario che tutte le decisioni vitali per l'impresa siano prese direttamente dall'imprenditore o, comunque, che l'organizzazione dei centri decisionali sia sufficientemente breve.

9.3 La gestione e il monitoraggio delle esposizioni

Il ruolo della banca nella gestione del credito non si arresta alla prima valutazione del merito creditizio del cliente e alla conseguente erogazione del credito. E', infatti, necessario che l'intermediario ponga in essere una politica di monitoraggio e revisione continua delle esposizioni già in essere che non siano già poste a sofferenza. Queste ultime non richiedono una valutazione del merito creditizio poiché il loro livello di deterioramento richiede che queste siano trattate da un ufficio appositamente preposto o, comunque, separatamente dai crediti *in bonis* dato che l'obiettivo è quello di valutare l'ammontare recuperabile.

Brevemente, l'attività di gestione e monitoraggio del credito già erogato prevede:

a) la periodica revisione del fido precedentemente accordato secondo tempistiche e modalità adeguate rispetto alle esigenze dello specifico intermediario e conformi alle disposizioni di vigilanza vigenti;

b) revisione della posizione di rischio ogniqualvolta pervengono alla banca richieste di rinegoziazione dei termini del credito già erogato o qualora la banca venga a conoscenza di fatti rilevanti tali da configurare una modificazione del rischio di credito connesso alla posizione o da pregiudicare la capacità restitutiva del cliente;

c) aggiornamento di tutta la documentazione relativa ed identificativa del cliente ed, eventualmente, del suo gruppo di appartenenza.

L'obiettivo dell'attività di monitoraggio del credito è quello di prevenire e, se possibile, risolvere o minimizzare l'impatto di situazioni patologiche del rapporto tra banca e cliente derivanti dal deterioramento del merito creditizio di quest'ultimo. Più in particolare, l'obiettivo è prima di tutto prevenire il peggioramento della qualità del credito attraverso le fonti informative e le analisi analizzate nelle precedenti Sezioni al fine di intervenire adottando presidi "interni", quali ad esempio la riduzione o la revoca del fido accordato, ed "esterni", come la rinegoziazione dei termini del credito o la consulenza in materia di struttura finanziaria al fine di agevolare il rimborso da parte del cliente o di migliorare il suo livello di efficienza gestionale.

Tuttavia, vi sono anche obiettivi ulteriori di rilevanza non secondaria rispetto al primo. Essi sono, prima di tutto, l'analisi e la comprensione dei modelli di *risk management* e delle procedure operative e valutative adottate dalla banca. Da questo punto di vista, l'attività di monitoraggio si configura come una modalità che permette di condurre un *back-testing* dei modelli impiegati attraverso essenzialmente l'analisi degli scostanti tra dati e previsioni di modello ed evidenze empiriche. In aggiunta, attraverso il monitoraggio del credito è possibile verificare l'adeguatezza delle procedure e delle prassi valutative, nonché il grado di preparazione ed esperienza del personale addetto. In questo modo, l'obiettivo deve essere anche quello di appurare l'origine di eventuali scostamenti tra analisi preventive e previsionali rispetto a quanto effettivamente osservato nel corso dell'attività di monitoraggio.

Tali ultime finalità sono certamente di maggior interesse ai fini del presente lavoro. Da qui la necessità di approfondire ulteriormente la questione soprattutto dal punto di vista dei modelli adottati dalla banca.

Le finalità dell'attività di monitoraggio così intesa sono:

a) la verifica *ex-post* dell'adeguatezza e della corretta applicazione e funzionamento dei modelli utilizzati dalla banca per la gestione delle esposizione esposte al rischio di credito;

b) la verifica della correttezza nella classificazione delle esposizioni (tipologia, forma tecnica, presenza di garanzie, ambito territoriale, ecc.) e la coerenza tra classificazione per livello di rischio e profilo di rischio attuale (si pensi alle *cluster* di esposizioni omogenee che vengono individuati per i modelli precedentemente discussi e finalizzati tanto alla stima della *default probability* quanto del *recovery rate*);

c) adeguatezza delle svalutazioni già operate (cfr. perdite attese) e dotazione patrimoniale (cfr. perdite inattese) a livello di singola esposizione e di portafoglio.

Il perseguimento di tali finalità richiede, come precedentemente evidenziato in termini più generali, verifiche e controlli di tipo andamentale (cfr. Sezione 9.2.2.2), anche attraverso strumenti statistici, sia sulle singole esposizioni e sia a livello di portafoglio. Le prime, inoltre, devono essere monitorate anche attraverso gli strumenti precedentemente analizzati, quali l'analisi dei bilanci (anche infrannuali), il flusso informativo proveniente dalla Centrale dei rischi (aumento dell'esposizione del cliente verso il sistema bancario, sofferenze allargate e rettificate) e le analisi qualitative (variazioni della situazione economica e del settore di riferimento, evoluzioni tecnologiche, interventi normativi, modifiche organizzative e manageriali del cliente, decreti ingiuntivi deliberati a norma degli art. 633 *ss*. c.p.c. ed atti di precetto *ex* art. 480 c.p.c.).

Capitolo 10

Conclusioni

10.1 Giustificazioni giuridiche

Prima di entrare nel merito delle conclusioni che possono essere tratte da quanto precedentemente esposto, si ritiene necessario fare riferimento agli art. 74, 76 e 77 della Direttiva 2013/36/UE (c.d. Direttiva CRD IV) e alla Parte Prima - Titolo III - Capitolo 1 - Sezione II - Circolare n. 285/2013 della Banca d'Italia in attuazione della Direttiva 2013/36/UE in materia di vigilanza prudenziale sugli enti creditizi. Più in particolare, si tratta di un riferimento alle disposizioni relative al processi di valutazione dell'adeguatezza patrimoniale nell'ambito del più ampio processo di revisione e controllo prudenziale. Tutto ciò persegue il duplice obiettivo di giustificare sul piano giuridico le metodologie trattate nei Capitoli precedenti e, contemporaneamente, di organizzare l'esposizione delle conclusioni in modo organizzato e coerente.

Per quanto riguarda la prima finalità, è pacifico che il settore bancario, così come quello finanziario in senso ampio, costituisca uno degli ambiti economici in cui il legame tra economia e diritto abbia acquisito nel tempo maggiore forza. Ciò essenzialmente per via delle ripercussioni sociali dell'attività delle banche e degli altri intermediari e per le caratteristiche tipiche degli strumenti e dei prodotti finanziari offerti. Ne consegue che la conoscenza ed il rispetto della normativa di vigilanza sia imprescindibile per per la sana e corretta gestione degli intermediari. Quest'ultima, infatti, si compone di processi di natura economica che devono trovare riscontro e giustificazione nel complesso apparato di norme primarie e secondarie che costituiscono la disciplina di vigilanza: da qui la necessità di giustificare tutti gli argomenti trattati nel presente lavoro alla luce delle disposizioni che regolano l'attività degli intermediari.

Con riferimento alla finalità di esporre in modo coerente le conclusioni, sopratutto nei Capitoli 6 e 7 si è evidenziato a più riprese come i modelli e le metodologie analizzate

debbano essere valutate anche alla luce delle dimensioni e della complessità operativa del singolo intermediario che intende adottarli, nonché alle finalità specifiche che si vogliono perseguire. Sul punto, la Banca d'Italia, nel pieno rispetto del PRINCIPIO DI PROPORZIONALITÀ, statuisce che *"le banche definiscono in piena autonomia un processo per determinare il capitale complessivo adeguato, in termini attuali e prospettici, a fronteggiare tutti i rischi rilevanti.* [...] *Esso è proporzionato alle caratteristiche, alle dimensioni e alla complessità dell'attività svolta"* (cfr. Circolare n. 285/2013). Per agevolare l'effettiva applicazione di tale principio a fini di vigilanza informativa, regolamentare e ispettiva, nonché a fini dei processi ICAAP e SREP, la Banca d'Italia opera una suddivisione degli intermediari in tre classi che si differenziano essenzialmente per dimensione e complessità operative dei soggetti vigilati e per le metodologie di calcolo da essi adottate per la determinazione dei requisiti patrimoniali richiesti per i rischi di Primo Pilastro. La ripartizione, che sarà ripresa nelle successive Sezioni 10.2 e 10.3 per organizzare l'esposizione delle conclusioni sulla base delle caratteristiche degli intermediari, è così composta:

a) *Banche e gruppi bancari di classe 1*, ovvero gli intermediari che sono stati autorizzati all'impiego dei sistemi IRB per la determinazione del requisito patrimoniale richiesto per il rischio di credito o che siano statti autorizzati all'adozione delle altre metodologie avanzate per gli altri rischi di Primo Pilastro. Con riferimento a tale categoria, la Banca d'Italia dispone che *"le banche definiscono in piena autonomia le metodologie di misurazione più adeguate ai fini della determinazione del capitale interno relativo a ciascun rischio. La Banca d'Italia si attende che le banche appartenenti a questa classe sviluppino modelli statistici di calcolo del VaR o di altre misure della perdita massima potenziale* [...]" (cfr. Circolare n. 285/2013).

b) *Banche e gruppi bancari di classe 2*, ovvero gli intermediari che si avvalgono delle metodologie standardizzate ma con attività patrimoniali eccedenti i 3.5 miliardi di euro. Tali intermediari, vista la propria complessità operativa e i propri obiettivi strategici, devono valutare l'eventualità di adottare eventualmente approcci per la valutazione dei rischi di Primo Pilastro più evolute di quelle richieste a fini regolamentari, anche in vista di una possibile loro ammissione quali metodi di calcolo del requisito patrimoniale a fini di vigilanza.

c) *Banche e gruppi bancari di classe 3*, ovvero gli intermediari che si avvalgono delle metodologie standardizzate ma con attività patrimoniali al massimo pari a 3.5 miliardi di euro. Le banche appartenenti a tale classe utilizzano "[...] *il metodo standardizzato per i rischi di credito e per quelli di mercato, il metodo di base o standardizzato per i rischi operativi* [...]" (cfr. Circolare n. 285/2013).

Con disposizione di carattere generale, pur se in pratica si riferisce prevalentemente alle banche di classe 1 e 2, la Banca d'Italia stabilisce che le banche *"devono comunque essere in grado di spiegare nel dettaglio alla Banca d'Italia le definizioni adottate,*

le metodologie utilizzate." [...] *"per la misurazione/valutazione dei rischi e la determinazione del relativo capitale interno"* (cfr. Circolare n. 285/2013). Tutto questo deve essere letto anche alla luce del principio di proporzionalità poiché, oltre a disporre che in generale il personale preposto della banca debba conoscere e comprendere le metodologie di calcolo utilizzate e quindi essere dotato di professionalità e conoscenze adeguate, la *ratio* deve essere ricostruita a partire dalle caratteristiche del singolo intermediario. Infatti, per le banche di classe 1 è evidente come il livello di conoscenza debba consentire di definire *"in piena autonomia le metodologie di misurazione più adeguate"* ad un livello di complessità organizzativa e gestionale comunque elevato. Per le banche di classe 2 la *ratio* è, invece, parzialmente diversa e può essere ricostruita a partire dalla locuzione *"vista la propria complessità operativa e i propri obiettivi strategici"* che, in altri termini, sta a significare l'obbligo di vigilanza di valutare l'opportunità di adottare metodologie più evolute e complesse per il calcolo del capitale interno che siano contemporaneamente adeguate alla complessità e alle dimensioni attuali e prospettiche, queste ultime tenendo conto gli obiettivi strategici della banca e le sue prospettive di crescita. Vista da un altra prospettiva, la norma si propone di fare in modo che la crescita eventuale degli intermediari sia adeguatamente supportata dall'evoluzione delle metodologie, delle prassi e dei modelli adottati per la misurazione e la gestione dei rischi, ivi compreso il rischio di credito. In relazione alle banche di classe 1, invece, il disposto richiamato richiede la conoscenza approfondita della disciplina di vigilanza e dei metodi di calcolo in essa previsti, nonché delle loro giustificazioni sul piano economico.

A questo punto, un'ulteriore precisazione è d'obbligo in relazione alla norma in cui si dispone che *"lo sviluppo di modelli che tengono conto della diversificazione all'interno di ciascun rischio deve fondarsi su analisi robuste, visti gli effetti che ne possono derivare sulla determinazione del relativo capitale interno. Nel caso del rischio di credito, ipotesi sulle correlazioni meno conservative di quelle previste per i sistemi IRB sono esaminate sulla base di criteri restrittivi"* (cfr. Circolare n. 285/2013). Attraverso tale previsione regolamentare emerge nitidamente come il *regulator* abbia trasposto nella disciplina regolamentare il risultato di numerosi studi empirici condotti sull'impatto delle correlazioni sul capitale idealmente assorbito da portafoglio di esposizioni rischiose. Tale previsione si connette ai requisiti di professionalità richiesti al personale preposto nelle singole istituzioni finanziarie così come sono stati precedentemente coniugati in relazione alla classe di appartenenza della specifica banca. Chiaramente, nelle banche di classe 1 con riferimento alle quali la Banca d'Italia si attende la predisposizione in via autonoma di modelli statistici come quelli analizzati nei Capitoli 3, 4 e 5, nonché il calcolo delle misure di rischio analizzate nel Capitolo 2, le conoscenze devono essere adeguate sia alla predisposizione di tali modelli e sia alla loro giustificazione davanti alla Vigilanza. Per quanto riguarda direttamente la banche di classe 2, a tal proposito le conoscenze

devono essere adeguate alla predisposizione o utilizzo consapevole di modelli secondo un metro di giudizio che tenga conto potenzialità di crescita prospettiche dell'intermediario. Con riferimento alle banche di classe 1, quest'ultima disposizione non può, invece, trovare applicazione poiché esse utilizzano unicamente metodo standardizzato metodo standardizzato per il rischio di credito e non è richiesto alcuno sforzo di ricercare metodologie più avanzate e complesse.

Ancora, attraverso la locuzione *"altre misure della perdita massima potenziale"* si giustifica la trattazione nel Capitolo 8 del trattamento previsto per le garanzie che eventualmente assistono le esposizioni creditizie. Infatti, per la stima delle perdite è necessaria la stima del *recovery rate* e della *loss given default* per cui, come più volte evidenziato nella Sezione 3.3, è imprescindibile la considerazione del livello e della qualità delle garanzie prestate.

Una conseguenza ulteriore riguarda, invece, la struttura dei modelli richiesti per le banche di classe 1 e, con le dovute specificazioni, anche per le banche di classe 2. Così come è formulata, la norma in esame in un certo senso da per scontato che i modelli statistici per il calcolo del capitale interno tengano in considerazione le correlazioni tra le singole posizioni di rischio in portafoglio, i cui effetti[1] devono essere compresi e studiati a fondo, nonché modellati attraverso metodologie statistiche solide e analiticamente fondate. Posto che ipotesi di modello sulla struttura delle correlazioni potenzialmente possono diminuire l'ammontare di patrimonio assorbito, la vigilanza sottolinea come tali ipotesi in relazione al rischio di credito siano valutate in modo più severo. Pertanto, la banca che sia in grado di dimostrale la validità di tali ipotesi, attraverso il contenimento del capitale assorbito, potrebbe trarre un vantaggio competitivo rispetto ad altri intermediari ugualmente dimensionati e complessi, ma dotati di conoscenze insufficienti alla predisposizione e alla giustificazione di modelli caratterizzati da ipotesi più conservative, sempre ammesso che tali ipotesi siano realmente verificabili, verificate e adeguatamente giustificate davanti il *regulator*.

Passando oltre, in aggiunta la normativa europea prevede che *"gli enti sono dotati di solidi dispositivi di governance, ivi compresa una chiara struttura dell'organizzazione con linee di responsabilità ben definite, trasparenti e coerenti, di processi efficaci per l'identificazione, la gestione, la sorveglianza e la segnalazione dei rischi ai quali sono o potrebbero essere esposti, e di adeguati meccanismi di controllo interno, ivi comprese valide procedure amministrative e contabili nonché politiche e prassi di remunerazione che riflettano e promuovano una sana ed efficace gestione del rischio"* (cfr. art. 74, 1 co. Direttiva 2013/36/UE). La norma richiamata, oltre a disporre che gli intermediari si dotino di un sistema adeguato di controlli

[1] Per la trattazione di tali effetti si veda la Sezione 4.2.1.

interni nel senso più ampio del termine, giustifica sul piano giuridico la trattazione delle misure di rendimento aggiustate per il rischio e dell'attività di *capital allocation* (cfr. Sezione 6.2 e Capitolo 7). Infatti, nelle banche di classe 1 e 2 la misura della redditività aggiustata per il rischio e l'allocazione del capitale alle singole unità di business permettono di identificare correttamente i rischi specifici ad esse associati, di valutarne il relativo contributo al rischio totale, di porre in essere scelte di allocazione che tengano conto della redditività *risk-adjusted* e di remunerare i relativi responsabili anche in base ai risultati ottenuti effettivamente conseguiti, in modo tale da incentivare una sana competizione senza però compromettere la collaborazione interna. Tale disposizione giustifica anche la trattazione del processo di affidamento e dell'attività di monitoraggio delle esposizioni nel Capitolo 9. Infatti, è possibile affermare come il rischio di credito si origini durate tale processo che culmina con l'erogazione del credito e continua per tutta la durata delle esposizioni con il processo di monitoraggio. In aggiunta, è evidente come tale processo, per mezzo delle procedure amministrative e di contabilità analitica della banca, rappresenti una fonte informativa imprescindibile per la funzione di *risk management* e per la predisposizione e l'applicazione dei modelli di gestione del rischio di credito.

Una disposizione ulteriore di rilevanza centrale ai fini della presente Sezione è rappresentata dall'art. 76, 5 co. Direttiva 2013/36/UE in cui si statuisce che *"gli stati membri assicurano, conformemente al requisito di proporzionalità* [...], *che la funzione di gestione dei rischi partecipi attivamente alla definizione della strategia dell'ente in materia di rischi e in tutte le decisioni fondamentali di gestione dei rischi e che possa fornire una visione completa dell'intera gamma di rischi cui l'ente è esposto"*. La disposizione richiamata, ancora una volta, fa emergere l'importanza dell'attività di *capital allocation* e di misurazione delle performance poiché l'individuazione e la misurazione del rischio e del relativo costo devono produrre, se necessari, aggiustamenti alla strategia della banca che si riflettano efficacemente nel processo di predisposizione del budget tali da considerare anche l'impatto della strategia sul rischio totale e specifico, sull'assorbimento di capitale attuale e prospettico, vista anche la capacità dell'intermediario di reperire capitale di rischio sufficiente ad assicurarne la congruità rispetto all'esposizione al rischio in modo continuativo.

Da ultimo, rileva anche il disposto di cui all'art. 77, 1-3 co. Direttiva 2013/36/UE in base al quale, con riferimento espresso al solo rischio di credito, si stabilisce che *"le autorità competenti incoraggiano gli enti che sono significativi per le loro dimensioni, organizzazione interna e per la natura, ampiezza e complessità delle loro attività, a sviluppare capacità interne di valutazione del rischio di credito e incrementare l'uso del metodo basato sui rating interni per il calcolo dei requisiti in materia di fondi propri per il rischio di credito*

nei casi in cui le loro esposizioni siano rilevanti in termini assoluti e, allo stesso tempo, essi abbiano un gran numero di controparti rilevanti [...]" (1 comma). Ai fini della presente Sezione, è necessario soffermarsi sulle differenze tra quanto sancito dalle Disposizioni di vigilanza della Banca d'Italia e l'art. 77 della Direttiva CRD IV:

a) la Banca d'Italia fa riferimento a metodologie di calcolo del *"capitale interno"*, a sua volta definito come *"il capitale a rischio, ovvero il fabbisogno di capitale relativo ad un determinato rischio che la banca ritiene necessario per coprire le perdite eccedenti un dato livello atteso"*;

b) l'art. 77 della Direttiva CRD IV si riferisce a metodologie *"per il calcolo dei requisiti in materia di fondi propri"*, ovvero dei requisiti patrimoniali minimi richiesti a fini di vigilanza definiti a norma della PARTE DUE - Titolo I - Capo 1, art. 25 *ss.* del Regolamento (UE) n. 575/2013 (c.d. Regolamento CRR).

Apparentemente, può sembrare che la disciplina regolamentare differisca dalla normativa europea; tuttavia, le disposizioni richiamate fanno riferimento a fattispecie parzialmente diverse. Più in particolare, la Banca d'Italia riferisce ai modelli di determinazione del capitale inteso in senso economico, ovvero al capitale inteso in termini di capacità di assorbire le perdite. La norma comunitaria, invece, si riferisce ai metodi di calcolo del *"requisito patrimoniale valido a fini di vigilanza"*, ovvero ad un concetto di matrice prevalentemente giuridica che non coincide necessariamente con quello di capitale interno. Più precisamente, le due nozioni coincidono unicamente nel caso in cui l'intermediario sia stato autorizzato all'adozione dei sistemi di rating interni e che la metodologia dallo stesso sviluppata sia stata ammessa dalla vigilanza quale metodo di calcolo del requisito valido a fini di vigilanza. Tutto questo per evidenziare che, pur se nel corso del presente lavoro si sono analizzate le metodologie per il calcolo del capitale economico assorbito a fronte del rischio di credito, le stesse possono anche assumere rilevanza giuridica con riferimento alla determinazione dei fondi propri previa approvazione della Vigilanza.

Un'ulteriore aspetto che si ritiene significativo risiede dall'utilizzo del verbo *"incoraggiare"*. Infatti, con una lettura d'insieme, è possibile concludere che la *ratio* della norma sia quella di spingere le banche, fermo il rispetto del principio di proporzionalità, ad adottare metodologie per la misurazione del rischio di credito per quanto possibile evolute, ciò in caso di complessità e dimensioni dell'intermediario particolarmente accentuate, ovvero essenzialmente per le banche di classe 1.

Sulla stessa linea si pone il disposto di cui all'art. 77, 2 co. Direttiva 2013/36/UE per cui *"le autorità competenti vigilano, tenendo conto della natura, delle dimensioni e della complessità delle attività degli enti, affinché essi non si affidino esclusivamente o meccanicamente*

ai rating del credito esterni per la valutazione del merito di credito di un'entità o di uno strumento finanziario". Tale disposizione, a contrario della precedente, non è condizionata alla sussistenza di situazioni o requisiti particolari, se non il rispetto del principio di proporzionalità. Per tale ragione, il secondo comma dell'art. 77 contemporaneamente conferma e rafforza quanto si è detto con riferimento al comma 1, estendendolo secondo criteri di proporzionalità anche alle banche di classe 2 e 3.

Per concludere, l'art. 77, 3 co. Direttiva 2013/36/UE dispone che *"le autorità competenti incoraggiano gli enti, tenendo conto delle loro dimensioni, organizzazione interna e della natura, ampiezza e complessità delle loro attività, a sviluppare capacità interne di valutazione del rischio specifico e a incrementare l'uso di* [...] *modelli interni per il calcolo dei requisiti in materia di fondi propri per i rischi default e migrazione, nei casi in cui le loro esposizioni a rischi specifici siano rilevanti in termini assoluti ed essi abbiano un gran numero di posizioni rilevanti in strumenti di debito di diversi emittenti"*. Fermo restando che anche con riferimento al terzo comma possono essere sviluppate considerazioni simili a quelle fatte in relazione ai due commi precedenti, ciò che si vuole porre in luce riguarda la considerazione esplicita sia del rischio di *default* e sia del rischio di migrazione. Ciò significa che, qualora ne ricorrano i presupposti, il *regulator* devono incentivare e indurre i soggetti vigilati alla predisposizione di modelli di portafoglio di tipo *mark to market* come quelli analizzati nel Capitolo 5.

Con tali premesse è ora possibile procedere con l'esposizione delle conclusioni emerse dalla stesura del presente lavoro. Come già detto, tali conclusioni verranno esposte separatamente con riferimento alle banche di classe 1 (cfr. Sezione 10.2) e alle banche di classe 2 e 3 (cfr. Sezione 10.3).

10.2 Conclusioni per intermediari di classe 1

Le banche di classe 1, come già detto, sono intermediari di dimensioni e di complessità tali da rendere impraticabile una gestione sana e corretta senza la predisposizione di presidi organizzativi adeguati e strumenti quantitativi che siano in grado di scomporre la complessità e di valutare l'impatto di ogni fenomeno rilevante sul risultato complessivo. Tali strumenti, in aggiunta, sono necessari anche per le decisioni di pianificazione strategica e di programmazione e controllo poiché le considerazioni qualitative del management non possono isolare la dinamica di un portafoglio molto diversificato composto da migliaia di esposizioni. In questo senso, si è visto nella Sezione 10.1 che la funzione di gestione dei rischi sia imprescindibile e che debba contribuire significativamente alla formulazione degli obiettivi. Si è altresì visto che i presidi previsti per la gestione dei rischi e i relativi strumenti devono essere valutati

secondo proporzionalità in base alla complessità del singolo intermediario. Ne deriva che per le banche di classe 1, così come richiesto anche dalla Banca d'Italia e sopratutto se si tratti di banca di rilevanza sistemica, debbano essere predisposti modelli che:

a) considerino sia il rischio di insolvenza e sia il rischio di migrazione, ovvero che siano in grado di determinare le perdite o le variazioni di valore del portafoglio sia dovute ai *default* delle controparti e sia a un deterioramento del loro merito creditizio;

b) considerino in modo sufficientemente accurato le correlazioni tra le controparti in portafoglio;

c) permettano il calcolo di misure di rischio come il *Value at Risk* o l'*Expected Shortfall*.

A ben vedere, la necessità di utilizzare tali strumenti di misurazione del rischio non si deve unicamente alla normativa di vigilanza, ma anche a esigenze di carattere economico. Nella Sezione 10.1, infatti, si è già anticipato che tali modelli possano influire sulle condizioni economiche e patrimoniali della banche che li adottano. Ebbene, tale influenza può avvenire attraverso le modalità più diverse, pertanto in questa sede si ritiene di evidenziare solamente le conseguenza di carattere competitivo. Ciò poiché il mercato bancario, negli ultimi anni, ha conosciuto un aumento del livello di competizione interna che hanno fatto emergere in modo molto evidente la necessità di ottenere a tutti i livelli dell'organizzazione un maggior livello di efficienza operativa. Più in particolare, attualmente i margini per singolo contratto si sono notevolmente ridotti rispetto al passato e, almeno nell'ultimo decennio, i requisiti patrimoniali minimi richiesti sono stati di fatto aumentati determinando rispettivamente una contrazione dei margini e la necessità di assicurare una remunerazione adeguata al capitale di rischio addizionale. Tali forze, unitamente al giudizio severo di una platea di investitori sempre meglio informata, giustificano e richiedono un aumento dell'efficienza nell'impiego del capitale. Il perseguimento di tale obiettivo, a sua volta, richiede strumenti computazionali sempre più precisi ed evoluti per fornire solide basi quantitative a supporto delle decisioni vitali che, nella gestione degli intermediari, devono necessariamente essere prese con una frequenza sempre maggiore, ciò per tenere il passo con un mercato sempre più dinamico ed in continua evoluzione.

Tali considerazioni restano valide sia se riferite al presente e sia in ottica prospettica. Pertanto, è possibile affermare che l'utilizzo dei modelli e delle metodologie trattate nel corso del presente lavoro derivi da esplicite disposizioni normative e da solide esigenze di tipo economico. Si tratta, in ogni caso, di due dimensioni inscindibilmente connesse nel senso che l'utilizzo degli strumenti qui analizzati permette il raggiungimento ed il mantenimento di un equilibrio economico e patrimoniale stabile attraverso:

a) la conoscenza del rischio cui l'istituzione è effettivamente esposta e del contributo al rischio specifico di ogni area di business in cui svolge la propria attività;

b) la possibilità di definire obiettivi coerenti con le possibilità di assumere rischio e con la possibilità di reperire capitale aggiuntivo a copertura del rischio eccedente le proprie possibilità attuali, ovvero la possibilità di assumere rischio in termini attuali e prospettici coerente con le capacità di crescita dell'intermediario;

c) la possibilità di ottenere una migliore differenziazione del portafoglio grazie alla conoscenza dell'impatto relativo delle singole aree di business in modo tale da ottimizzare il rendimento aggiustato per il rischio e da contenere l'assorbimento patrimoniale;

d) la possibilità di deliberare aggiustamenti mirati alla strategia e alla composizione del portafoglio spingendo l'assunzione di rischio ulteriore verso esposizioni che per la loro natura intrinseca presentano una dipendenza inferiore rispetto al portafoglio complessivamente detenuto;

e) la possibilità di orientare l'attività verso le aree di business che consentono di ottenere rendimenti *risk adjusted* maggiori considerando anche le caratteristiche del portafoglio in essere che, come già detto, rappresenta un vincolo per la gestione futura.

Tutto ciò, come risulterà evidente, permette all'intermediario di essere più competitivo sul mercato e impatta anche sul*pricing* delle esposizioni marginali, sulle aspettative di remunerazione degli investitori, sul costo del capitale di debito e sui rapporti con la vigilanza.

Con riferimento a quest'ultimo aspetto, è chiaro che le conseguenze che derivano dall'utilizzo di metodologie evolute per la misurazione e la gestione del rischio non possa che impattare positivamente nel rapporto tra vigilante e soggetto vigilato. Ciò non soltanto dal punto di vista del calcolo dei requisiti patrimoniali minimi, anche perché tali modalità di calcolo possono differire da quelle utilizzate per il calcolo del capitale interno (o capitale economico), ma anche nell'ambito dei processi ICAAP e SREP finalizzati alla valutazione dei rischi attuali e prospettici cui il singolo intermediario si espone, alla valutazione del sistema dei controlli interni che, come noto, nei soggetti vigilati sono esplicitamente regolati dalla normativa di vigilanza.

Quindi, in sostanza, è possibile affermare che una funzione di *risk management* che utilizza strumenti evoluti e con conoscenze adeguate, possa fare effettivamente la differenza dal punto di vista della sfida competitiva davanti al mercato e, contemporaneamente, sia imprescindibile per il rispetto della normativa di vigilanza in generale.

Anzi, in un certo senso, è possibile affermare che le il rispetto delle norme coincida con gli obiettivi economici che emergono dalla struttura del mercato finanziario. Infatti, tutte le possibilità offerte da un sistema di misurazione dei rischi evoluto, consentono il raggiungimento di obiettivi aggiustati per il rischio ovvero, del maggior rendimento sostenibile per unità di rischio. A ben vedere, si tratta degli stessi obiettivi che gli investimenti si pongono nel momento in cui effettuano decisioni di investimento. Anzi, in un certo senso si tratta anche dei medesimi obiettivi perseguiti dal *regulator*. Quest'ultimo, infatti, persegue l'obiettivo ultimo di contenere il rischio degli intermediari entro i livelli considerati accettabili per la disciplina di vigilanza. Nel far ciò, si richiede che gli intermediari pongano in essere una struttura adeguata, ovvero una struttura che comprende presidi idonea all'individuazione, alla misurazione e alla gestione del rischio. Tale struttura, di fatto, è la medesima che permette agli intermediari di ottimizzare le performance per gli investitori, fermo il rispetto dei vincoli anche di dotazione patrimoniale imposti dalla vigilanza. In altre parole, è possibile affermare che le banche di classe 1, ovvero le banche che hanno rilevanza sistemica e che nella maggior parte dei casi sono state ammesse alla quotazione in un mercato regolamentato, operino tra due grandi categorie di vincoli rispettivamente rappresentate dalle aspettative di rischio-rendimento degli azionisti e del settore bancario in generale e dai vincoli imposti dalla norma di vigilanza.

Per concludere, è possibile affermare che le metodologie affrontate nell'ambito del presente lavoro trovino la loro massima espressione nelle banche di classe 1, così come emerge anche dalle disposizioni di vigilanza richiamate nella Sezione precedente. Da un lato, la complessità operativa di tali soggetti permette di sfruttare a pieno le potenzialità dei modelli precedentemente analizzati e questi ultimi permettono di fronteggiare situazioni e fenomeni complessi che non sarebbero altrimenti gestibili in modo adeguato. Dall'altro lato, invece, le dimensioni di tali intermediari giustificano gli elevati costi che si devono necessariamente sostenere per implementare un gestione dei rischi che, in modo integrato, utilizzi le metodologie trattate nei Capitoli precedenti e, contemporaneamente, le rende applicabili dal punto di vista computazionale per via della possibilità di reperire e produrre internamente serie storiche significative.

Per tutte queste ragione, è quindi possibile concludere che per le banche di classe 1 l'utilizzo delle metodologie di cui si è parlato consente potenzialmente di vincere la sfida competitiva e di creare valore sostenibile e a lungo termine per gli azionisti e per la società in generale, tutto questo essenzialmente per via delle caratteristiche e della rilevanza sociale dell'attività bancaria e finanziaria.

10.3 Conclusioni per intermediari di classe 2 e 3

Per quanto riguarda le banche di classe 2 e 3, si tratta di intermediari dalle dimensioni e dalla complessità piuttosto eterogenee. Tali intermediari non hanno rilevanza sistemica, pur rimanendo di fatto fondamentali per le economie locali delle circoscrizioni territoriali in cui operano. Chiaramente, tali aspetti, compresa l'estensione dell'area geografica in cui operano, devono essere coniugati a seconda della specificità del singolo intermediario, rendendo quantomeno difficoltosa una trattazione generale della fattispecie. Tali categorie, infatti, comprendo sia banche costituite in forma di società per azioni e sia in forma di società cooperativa (banche popolari e banche di credito cooperativo) che differiscono in modo sostanziale per gli obiettivi strategici, per dimensione della compagine società, complessità operativa e ambito territoriale di attività[2], nonché per il diverso accesso alle fonti di finanziamento e al mercato. Per quanto riguarda quest'ultimo aspetto, la maggior parte di tali intermediari non hanno accesso al mercato azionario. Conseguentemente, salvo che per la disciplina prevista dal Testo unico della finanza per i soggetti con titoli di capitale diffusi in modo rilevante presso il pubblico e per gli obblighi di rendicontazione periodica previsti dalla disciplina di vigilanza, tali intermediari non sono di norma soggetti agli obblighi di trasparenza previsti in generale per le società quotate. Pertanto, non è possibile osservare l'esistenza di un mercato liquido ed efficiente in cui le aspettative di remunerazione degli investitori (sopratutto in caso di banche popolari e di credito cooperativo) influiscono in modo pesante sulla gestione della banca stessa, così come avviene invece per le banche di classe 1.

Con tali premesse, le considerazioni e le conclusioni che sono state riportate con riferimento alle banche di classe 1, seppur astrattamente rimangano valide, non possono trovare di fatto diretta applicazione. Esse, infatti, nel rispetto del principio di proporzionalità, devono essere declinate in base al reale contesto in cui le banche di classe 2 e 3 si trovano ad operare. Per tanto, per quanto riguarda le dinamiche economiche ed il rapporto con gli investitori, l'inesistenza di un mercato liquido comporta che il mercato non possa rappresentare un vincolo gestionale corrente così stringente. In tal caso il valore di mercato del patrimonio netto non è valutato in tempo reale dagli investitori, le cui aspettative impattano impattano sul prezzo dei titoli ammessi alla quotazione. Il rapporto col mercato, ad esempio, rileva in caso di un'eventuale dissesto o qualora vi sia la necessità di rinnovare debito precedentemente contratto sotto forma di obbligazioni (ordinarie e/o subordinate), ovvero in situazioni in cui le aspettative rilevano in relazione agli eventuali piani di risanamento o all'effettivo collocamento dei titoli. Un ragionamento a parte deve essere condotto per le banche

[2]Si pensi, ad esempio, ai limiti per l'articolazione territoriale previsti dal Testo unico bancario per le banche di credito cooperativo.

cooperative, e in modo particolare per le banche di credito cooperativo, che, per loro natura, perseguono obiettivi anche diversi connessi allo scopo mutualistico. In queste realtà, la finalità dei soci non è solamente quella di ottenere un rendimento, ma è anche quello tipico delle società cooperative che può trovare manifestazione, ad esempio, in particolari iniziative organizzate dalla banca stessa, dalla possibilità di accedere al credito in modo più vantaggioso o anche solo nella destinazione obbligatoria di parte degli utili ad attività di interesse sociale. Per tutte queste ragioni, il rapporto tra intermediario e investitore-azionista-socio non può essere declinato solamente in termini puramente finanziari di rapporto tra rendimento e rischio, fermo comunque il rispetto delle disposizioni di vigilanza in materia di contenimento del rischio, dotazione patrimoniale e struttura organizzativa.

Pertanto, vista la rilevanza di aspetti connessi alla "territorialità", è possibile affermare che le metodologie per la gestione dei rischi precedentemente analizzate non siano determinanti così come avviene per le banche di classe 1. A supporto di tale conclusione possono essere riportate una serie di giustificazioni che possono assumere o meno importanza in ragione delle caratteristiche della singola banca. Tali giustificazioni possono essere così esposte:

a) le dimensioni e la complessità della compagine societarie non sono sufficienti a giustificare i costi necessari a dotarsi delle metodologie di calcolo analizzate nei Capitoli precedenti e i relativi benefici non sono così evidenti come accade, invece, per le banche di classe 1;

b) non sono disponibili serie storiche sufficientemente ampie per l'applicazione dei modelli più evoluti di misurazione del rischio e, spesso, l'effetto diversificazione a livello complessivo di portafoglio non è così determinante come avviene per le banche di classe 1 che operano in settori di attività molto diverse per area territoriale, tipologia di controparti, forme tecniche e comparto di attività

c) sopratutto nelle banche di classe 3, gli effetti della territorialità si fa sentire dal punto di vista della conoscenza diretta della clientela e del contatto col territorio, i cui effetti si riflettono in una tendenziale minor formalizzazione e standardizzazione dei processi;

d) le dimensioni ridotte pongono vincoli relativi alla clientela target che, spesso è rappresentata, dal piccolo imprenditore e dalle famiglie, i quali mal si prestano ad essere valutati secondo modelli statistici dato che il fattore umano rappresentato dalle attitudini e dall'onestà delle persone affidate è quasi sempre molto presente e non rappresentabile in termini numerici come probabilità di insolvenza.

Tuttavia, è innegabile come gli aspetti quantitativi, seppur declinati in base alle esigenze date dalla dimensione e dalla complessità operativa delle singole banche, siano aspetti di assoluta importanza gestionale e che, specie negli ultimi anni durante i quali il diritto ha incontrato la statistica, non possono essere accantonati. Pertanto è possibile affermare che:

a) l'implementazione di metodi quantitativi evoluti, pur se proporzionato alle esigenze, e la diffusione di una cultura d'azienda *risk-based* possa rappresentare un punto di forza in termini prospettici qualora l'intermediario abbia possibilità di crescita;

b) considerato che la soglia di attivo patrimoniale che distingue le banche di classe 2 e 3 è fissata pari a 3.5 miliardi di euro, gli intermediari di classe 3 che si trovino a superare tale soglia e a rientrare nella classe superiore sarebbero incentivati dalla vigilanza a studiare forme di valutazione dei rischi più evolute e comunque, a prescindere dei requisiti organizzativi richiesti dalla normativa, all'aumento delle dimensioni conseguono la necessità di una migliore misurazione e gestione dei rischi connessi all'attività svolta e le relative ripercussioni sul livello di efficienza operativa;

c) l'utilizzo di metodi di valutazione del rischio di portafoglio, per quanto semplificati, possa essere un'opportunità per approfondire le dinamiche connesse al portafoglio detenuto al fine di:

   i. orientare, per quanto possibile viste le dimensioni relativamente ridotte e la territorialità più o meno marcata, l'assunzione di rischio verso controparti che consentono di ottenere maggiori benefici di diversificazione,

   ii. fornire indicazioni più precise alla funzione commerciale in merito ai tassi attivi minimi da praticare per tipologia di controparte che tengano conto anche di considerazioni connesse alla struttura del portafoglio già detenuto, così che le garanzie eventualmente prestate, l'analisi di bilancio e le considerazioni qualitative del personale della banca non rappresentino, come spesso accade, il fattore determinante nelle decisioni di affidamento.

   In questo modo è possibile integrare la dimensione relativa al rischio anche negli intermediari di classe 2 e 3, in modo tale che anche essi possano sfruttarne i relativi benefici nelle decisioni di pianificazione strategica di fissazione degli obiettivi, nell'attività di programmazione e controllo e nell'eventualità di applicare interventi correttivi al budget mirati e più efficaci, cosa che non è possibile in un intermediario in cui l'attività gestionale prevalente è guidata dalle funzione commerciale.

In conclusione, per quanto riguarda le banche di classe 2 e 3 l'importanza di incorporare una gestione dei rischi risiede nella necessità di rispettare i requisiti di vigilanza, anche in senso prospettico inteso come capacità potenziale di adeguare la struttura all'aumentare della complessità e della dimensione dell'intermediario. Infatti, negli ultimi anni si è assistito ad un processo di concentrazione del settore bancario (e finanziario in genere) nel senso di un incremento tendenziale delle dimensioni dei singoli intermediari o dei relativi gruppi di appartenenza. Tale fenomeno è dovuto senza dubbio anche alla crescita dimensionale auto-indotta, ma anche da operazioni spesso appoggiate, incentivate o volute dalla vigilanza nella convinzione espressa che a intermediari di maggiori dimensioni consegua maggiore stabilità. Da qui, l'evidenza tale per cui la crescita dimensionale possa avvenire anche per mezzo di operazioni di fusione, cessione d'azienda, di ramo d'azienda o di rapporti giuridici individuabili in blocco (anche nell'ambito di procedimenti di amministrazione straordinaria). Tali operazioni conducono ad un aumento rapido del livello di complessità gestionale che non può essere adeguatamente supportato se la cultura del rischio non era già radica a livello istituzionale o se comunque non erano già presenti metodologie espressamente concepite per rendere effettiva l'attività svolta dalla funzione di *risk management*.

Dunque, brevemente, è possibile affermare che anche per le banche di classe 2 e 3 l'implementazione di presidi adeguati per la gestione dei rischi e la diffusione della cultura del rischio possano essere di certo importanti in termini attuali, ma soprattutto si vuole evidenziare come essi rappresentino sopratutto una forma di salvaguardia delle condizioni di economicità e delle potenzialità di crescita future in un contesto di mercato sempre più competitivo, dinamico e complesso.

Parte II

Case study: il caso UniCredit s.p.a.

Capitolo 1

Considerazioni preliminari

Dopo aver analizzato alcuni modelli per la misurazione del rischio di *default*, migrazione e recupero, si vogliono analizzare le metodologie implementate dal gruppo UniCredit s.p.a. per la gestione del rischio di credito assunto. A tal proposito è necessario specificare che le metodologie ed i modelli quantitativi effettivamente utilizzati sono ancora in fase di studio ed in rapida evoluzione a testimonianza dell'elevato livello di dinamismo dei mercati, sia in senso puramente economico-finanziario e sia regolamentare. Per tale ragione si ritiene preferibile basare le analisi e le considerazioni che saranno di seguito esposte esclusivamente sull'informativa resa al mercato da UniCredit s.p.a. in adempimento degli obblighi derivanti dal Regolamento (UE) n. 575/2013 e sui bilanci regolarmente approvati pubblicati, nonché sul Piano Strategico per il 2018. Ulteriori fonti e documenti sono rappresentati da Provvedimenti e Comunicati redatti dalla Banca d'Italia, oltre che dalla disciplina regolamentare vigente. Per queste ultime, nel seguito della trattazione, si provvederà a fornire i dovuti riferimenti ove necessario. Con riferimento all'"INFORMATIVA DA PARTE DEGLI ENTI" riferita al 31 dicembre 2015, i dati e le informazioni ivi contenute, con le dovute cautele, rappresentano una base informativa di assoluto rilievo. La scelta si ritiene giustificata poiché:

a) si tratta dell'ultimo documento annuale disponibile[1] riferito alla medesima data cui si riferisce il bilancio l'ultimo bilancio d'esercizio approvato;

b) rappresenta il risultato dell'adempimento di disposizioni legislative e regolamentari (c.d. Terzo Pilastro di Basilea III) che ne regolano il contenuto minimo, di fatto assicurando l'attendibilità e la completezza delle informazioni ivi riportate.

Purtroppo, l'informativa resa non è sufficiente a delineare con precisione e dettagliatamente le metodologie ed i modelli effettivamente adottati. Tuttavia, le fonti permettono di avanzare ipotesi realistiche e fondate sulla natura dei modelli utilizzati

[1]Fonte: UniCredit Group - data di ultima consultazione 10 maggio 2016.

dal gruppo UniCredit s.p.a. pertanto, ove possibile, non mancheranno riferimenti anche a i modelli precedentemente trattati nella Parte I.

Ancora, non è stato possibile applicare analiticamente i modelli precedentemente trattati a causa dell'impossibilità di reperire serie storiche significative, del numero dei dati necessari, del requisito di coerenza interno tra le serie storiche e per l'inadeguatezza dei mezzi di calcolo a disposizione dello scrivente. A tal proposito, infatti, basti pensare che UniCredit s.p.a., ovvero il secondo gruppo per dimensioni in Italia, ha dichiarato nell'informativa di cui sopra di trovarsi impossibilitato ad applicare taluni modelli proprio per mancanza di serie storiche significative dovuta all'esiguo numero di *default* verificatisi nel relativo portafoglio. In aggiunta, nell'informativa resa dal gruppo, si evince che tra il 2012 e il 2013 il gruppo ha modificato sostanzialmente le proprie procedure per la raccolta dei dei dati interni, segnando in sostanza una discontinuità rispetto al passato a sua volta indotto dall'entrata in vigore di Basilea III.

Passando oltre, prima di entrare nel merito dei modelli e dei processi utilizzati da UniCredit s.p.a. per la misurazione e la gestione del rischio di credito è necessario definire la struttura organizzativa e ed il modello di business adottato, sopratutto in termini di estensione geografica e di unità di business. Tali considerazioni, infatti, sono necessarie per comprendere ed analizzare le metodologie effettivamente adottate, nonché le relative giustificazioni economiche che eccedono il solo rispetto della normativa di vigilanza.

Capitolo 2

Il gruppo

2.1 Le generalità e la struttura del Gruppo

UniCredit è un gruppo bancario la cui attività è fortemente radicata in Europa e, in modo particolare, in Italia da cui, tra l'altro, trae la maggior parte dei propri ricavi dallo svolgimento dell'attività *core* di banca commerciale (cfr. Figura 2.3). Tale caratteristica appare impattare anche sulla struttura organizzativa che, in generale, si rifà prevalentemente al modello del gruppo bancario, piuttosto che a quello della c.d. "banca universale" di matrice tedesca. Una simile conclusione deriva essenzialmente dall'osservazione della struttura dei rapporti societari tra la Società Capogruppo e le Società controllate così come riportati in Figura 2.1. Infatti, accanto alle succursali controllate dal Gruppo in regime di libertà di stabilimento, è possibile osservare altre controllate specializzate per tipologia di attività: si tratta, ad esempio, di UniCredit Leasing, di UniCredit Factoring, di Pioneer Global Asset Management, di Finecobank e di UniCredit Credit Management Bank che svolgono rispettivamente ed esclusivamente le attività di *leasing*, *factoring*, gestione collettiva del risparmio e prestazione di servizi di banca digitale, nonché l'attività di gestione e recupero crediti e di *securitization*. Le Società controllate svolgono le attività precedentemente elencate in Italia e sono controllate direttamente dalla Società Capogruppo UniCredit s.p.a.. Per quanto riguarda l'organizzazione delle attività svolte dal gruppo al dì fuori dei confini dello Stato italiano, le relative succursali a loro volta controllano altre società bancarie e finanziarie specializzate per settore di attività secondo uno schema sostanzialmente analogo a quanto avviene per le Controllate italiane del Gruppo. In definitiva, fermo quanto si dirà nella Sezione 2.2 in materia di semplificazione e recupero di efficienza operativa, il Gruppo sta dismettendo alcune attività *non core* o scarsamente remunerative e adattando la struttura organizzativa alle finalità strategiche di miglioramento nell'attività di allocazione del capitale e di misurazione e gestione dei rischi. Tuttavia, i principi di base che ispirano l'organizzazione del Gruppo rimangano invariati.

Passando oltre, con riferimento ad aspetti relativi alla vigilanza regolamentare sul Gruppo, la Banca d'Italia, in base alla Circolare n. 285/2013 che recepisce la Direttiva UE/2013/36 (c.d. *Capital Requirement Directive* o CRD IV) che detta disposizioni relative alle modalità di identificazione delle banca di rilevanza sistemica, ha classificato il Gruppo UniCredit come "ISTITUZIONE A RILEVANZA SISTEMICA GLOBALE" ("*global systemically important institution*" - G-SII), nella prima sotto-categoria. Secondo il regime transitorio previsto dalla Direttiva CRD IV), il Gruppo UniCredit dovrà detenere e mantenere:

a) un *buffer* di capitale aggiuntivo dello 0.25% delle esposizioni complessive con decorrenza dal 2016;

b) un *buffer* dello 0.5% dal 2017;

c) un *buffer* dello 0.75% dal 2018;

d) un *buffer* dell'1% dal 2019[1].

La Banca d'Italia ha identificato il Gruppo UniCredit come istituzione a rilevanza sistemica nazionale in Italia ("*other systemically important institutions*" - O-SII). La Banca d'Italia ha deciso di applicare una riserva di capitale aggiuntiva dello 0% per l'anno 2016. La valutazione è stata effettuata seguendo le indicazioni dell'*European Banking Authority* (EBA), che regolano le modalità di individuazione delle banche a rilevanza sistemica nazionale. La decisione di non applicare di fatto l'O-SII *buffer* è giustificata dalla stessa Banca d'Italia alla luce:

a) dell'inserimento del Gruppo tra le istituzioni a rilevanza sistemica globale, assoggettandolo così all'obbligo di detenere una riserva di capitale pari all'1% entro il 2019;

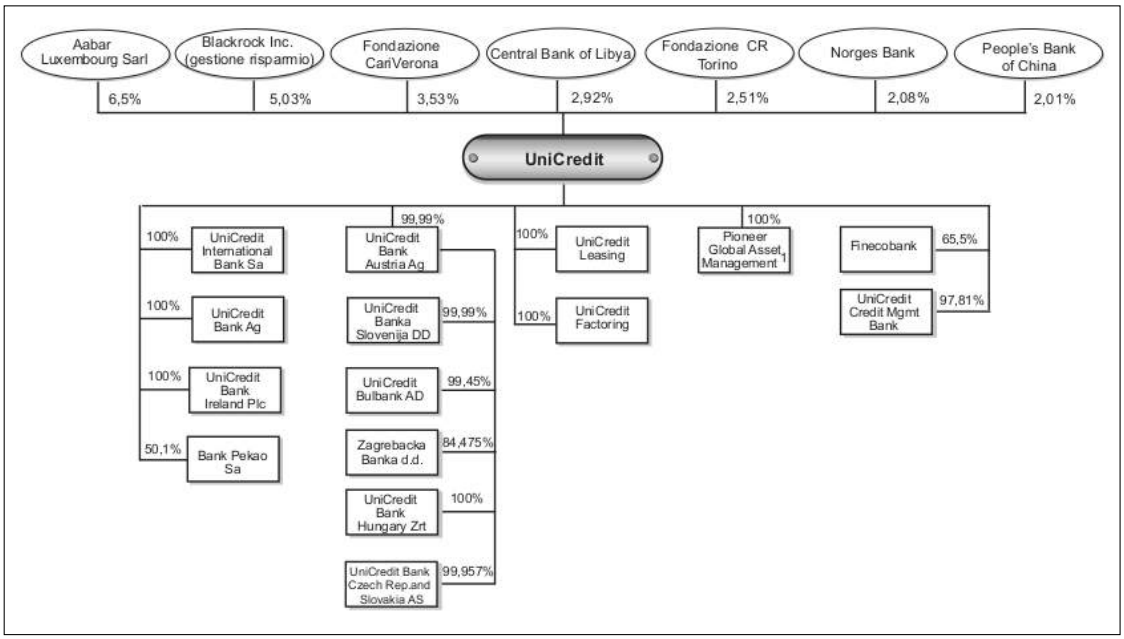
b) dell'obbligo di mantenere un *buffer* di *common equity tier 1* dell'1% per il rischio sistemico in quanto il Gruppo è sottoposto alla valutazione della Banca Centrale Europea;

c) dell'intenzione della Banca d'Italia di scongiurare la sovrapposizione delle misure *sub* a) e *sub* b)

e) della decisione della Banca d'Italia di applicare la c.d. "riserva di conservazione del capitale" (o "*capital conservation buffer*")[2].

[1] Quest'ultimo dato rappresenta l'ammontare della riserva di capitale aggiuntiva richiesta per le banche o i gruppi bancari che rientrano nella prima sotto-categoria in cui sono distinte le istituzioni a rilevanza sistemica. La metodologia per individuare e classificare tali istituzioni è definita dal Regolamento n. 1222/2014 che detta disposizioni coerenti con le decisioni del Comitato di Basilea e del *Financial Stability Board* (fonte: Banca d'Italia - "*Identificazione del gruppo bancario UniCredit come istituzione a rilevanza sistemica globale per il 2016*").

[2] Fonte: Banca d'Italia - "*Identificazione dei gruppi bancari UniCredit, Intesa Sanpaolo e Monte dei Paschi di Siena come istituzioni a rilevanza sistemica nazionale autorizzate in Italia*".



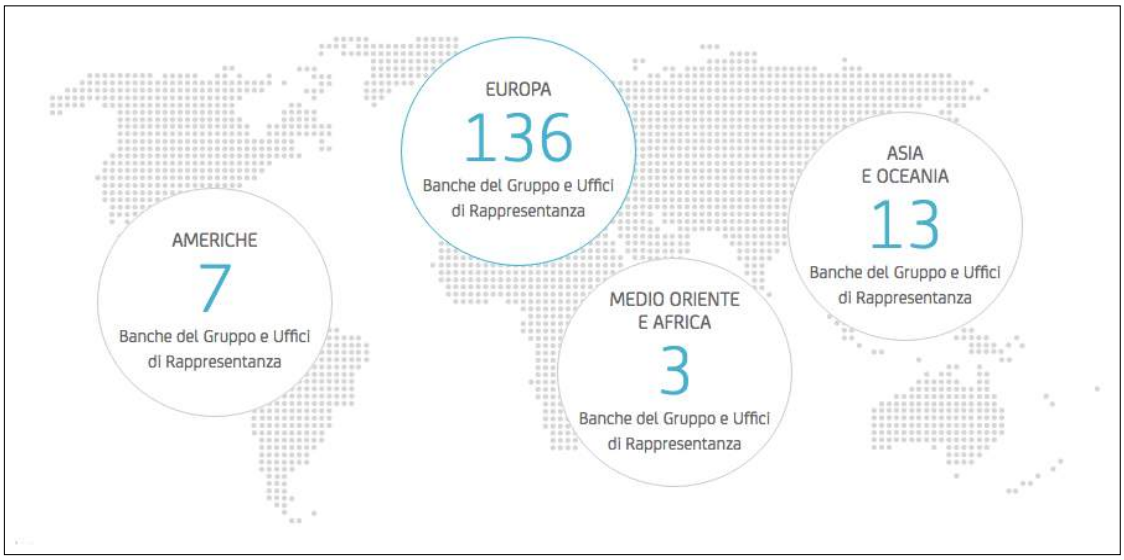
†Fonte: Il Sole 24 Ore, Analisi Mercati Finanziari

Figura 2.1: *UniCredit Group - Struttura del Gruppo*

Da ultimo, con Provvedimento n. 365138 del 2008, la Banca d'Italia aveva già ammesso il Gruppo UniCredit all'adozione dei metodi avanzati per il rischio di credito e operativo, apprendo di fatto la strada all'applicazione delle disposizioni che in seguito verranno emanate in applicazione di Basilea III. Tale ultimo aspetta sarà oggetto di unapprofondimento nel corso del successivo Capitolo 3.

2.2 L'attività svolta

Il fatturato del Gruppo è generato dall'attività prevalente di banca commerciale e dalle attività di *investment banking*, di finanziamento e di *merchant bank* (*leasing*, *factoring*, operazioni aventi ad oggetto strumenti finanziari - titoli azionari, obbligazionari e strumenti derivati - *brokeraggio*), nonché dall'attività di *asset management*. UniCredit è una banca commerciale che opera prevalentemente in Europa ed è presente in 16 stati (cfr. Figura 2.2) con oltre 125.510 dipendenti e più di 6.934 sportelli (cfr. Tabella 2.1) in organizzate per servire circa 50 mercati diversi. Come si evince chiaramente dalla Tabella 2.1, UniCredit è territorialmente molto presente in Italia e gran parte dei suoi proventi derivano dall'attività di banca commerciale svolta all'interno della Nazione. Infatti, circa la metà degli sportelli del Gruppo sono ubicati in Italia e circa il 36% dei ricavi deriva dal *Commercial Bank Italy*. Tale risultato, in prima battuta, può apparire contraddetto dalla Figura 2.5 che schematizza le quote di mercato raggiunte dal gruppo nei diversi stati in cui è attivo. In termini percentuali, infatti, le quote di mercato

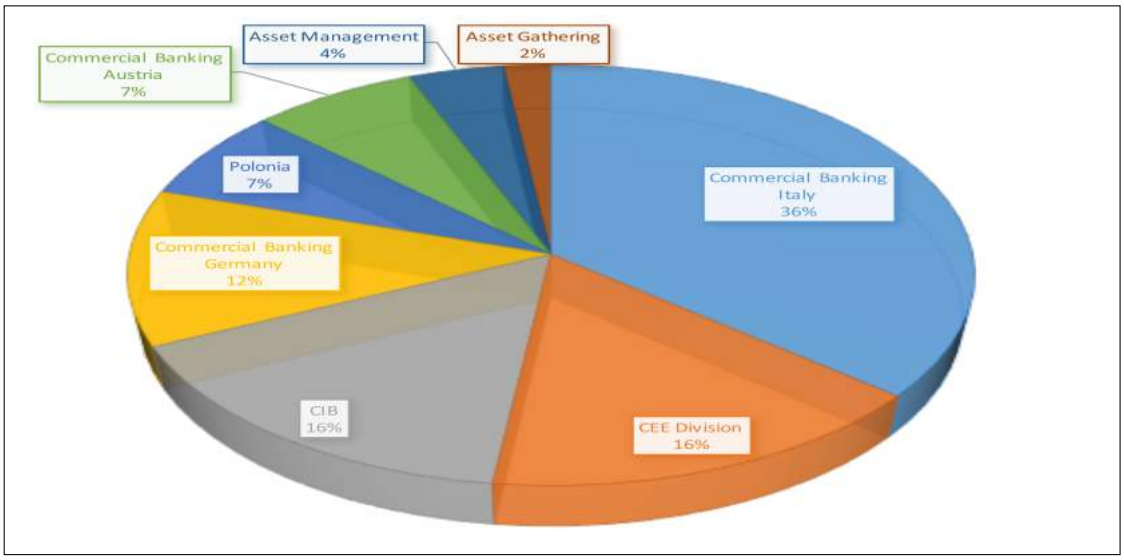


†Fonte: UniCredit Group

Figura 2.2: *UniCredit Group - Presenza territoriale*

ottenute in Austria, Bosnia ed Erzegovina, Bulgaria e Croazia sono più elevate di quella conseguita in Italia (circa 12.5%); tale risultato deve essere necessariamente letto anche sulla base dello spessore e delle dimensioni dei rispettivi mercati che sciolgono ogni dubbio circa la coerenza dei dati riportati e consentono di affermare che per il Gruppo il mercato italiano rappresenti un segmento di attività di assoluta rilevanza.

Una caratteristica peculiare dell'attività del Gruppo è la marcata identità europea supportata da una base di clientela ampia e ben diversificata che ha permesso la conquista di una quota di mercato elevata. In Tabella 2.5 sono riportate le quote di mercato calcolate dalla società Capogruppo riferite alla data di chiusura dell'ultimo esercizio sociale. Da questo punto di vista, l'obiettivo strategico del Gruppo è quello di confermare e consolidare le attività in essere negli ambiti territoriali in cui il Gruppo è già presente, spingendo sopratutto l'attività di banca commerciale, nonché le attività di *Corporate and Investment Banking*, *Asset Management* e *Asset Gathering*, verso una maggiore presenza in Europa centro-orientale e dando peso notevole nelle scelte di politica creditizia alla diversificazione del portafoglio. Per conseguire tale obiettivo, il Gruppo intende affrontare la concorrenza dei mercati attraverso politiche interne finalizzate al raggiungimento di una maggiore efficienza nell'allocazione del capitale e nello svolgimento delle attività operative. L'ottimizzazione dell'attività di *capital allocation* ed il miglioramento delle metodologie implementate per la gestione dei rischi rappresentano i principali *driver* per il perseguimento dell'ottimizzazione delle scelte di impiego, mentre la convergenza dei sistemi di *risk management* e di calcolo dei requisiti di vigilanza, nonché la semplificazione organizzativa, anche attraverso la cessione di



†Fonte: UniCredit Group

Figura 2.3: *UniCredit Group - Ricavi per aree di attività*

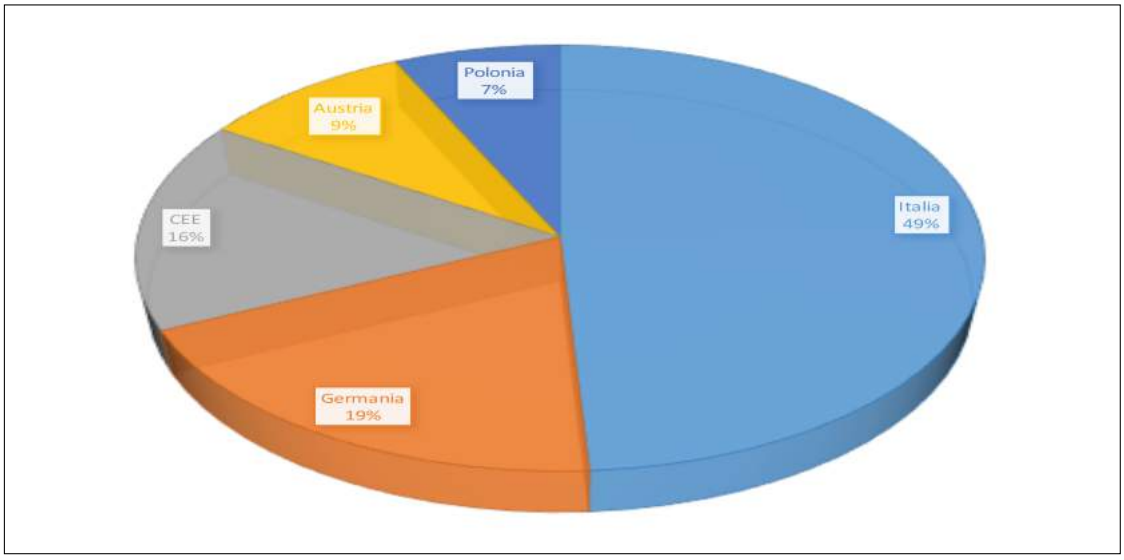
(unità)	**1Trim2015**	**4Trim2015**	**1Trim2016**	*A/AΔ*	*Trim/TrimΔ*
Numero di dipendenti	128.263	125.510	124.459	-3.804	-1.50
Numero sportelli	7.361	6.934	6.842	-519	-92
- di cui in Italia	3.961	3.873	3.805	-156	-68
- di cui altri paesi	3.400	3.061	3.037	-363	-24

Tabella 2.1: *UniCredit Group - Dipendenti e sportelli* (fonte: UniCredit Group)

partecipazioni in società che svolgono attività *non-core*, rappresentano il mezzo per l'ottimizzazione dei costi amministrativi e per assicurare l'accuratezza e la celerità del processo decisionale (si veda il Piano Strategico approvato in data 11 novembre 2015 dal Consiglio di Amministrazione della Capogruppo e reperibile sul sito internet del Gruppo UniCredit Group). In ottica di maggiore semplificazione, efficienza ed efficacia delle gestione, il Gruppo ha dichiarato di voler perseguire una maggior integrazione tra i sistemi gestionali e di controllo, anche al fine di catturare l'informazione relativa all'effetto diversificazione e, di conseguenza, assumere decisioni più consapevoli degli effetti celati dalla complessità derivante l'operatività in un numero elevato di segmenti del settore finanziario.

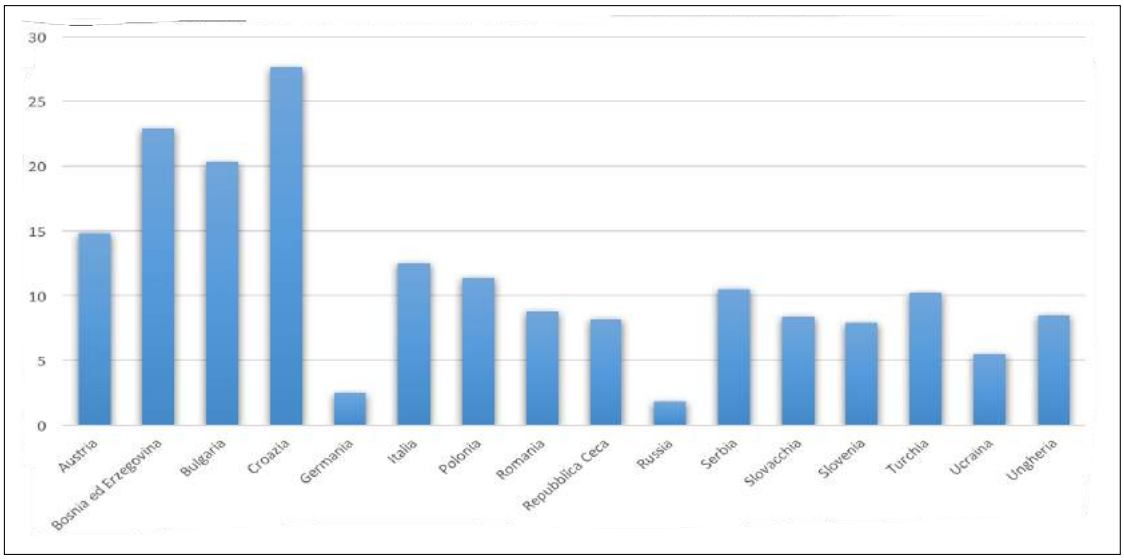
2.3 La convergenza tra regolamentazione e indirizzo strategico

Le considerazioni che formeranno parte della presente Sezione sono il risultato di un'attività di confronto e analisi empirica dei dati e delle informazioni riportate nelle



†Fonte: UniCredit Group

Figura 2.4: *UniCredit Group - Ricavi per aree territoriali*



†Fonte: UniCredit Group

Figura 2.5: *UniCredit Group - Quote di mercato*

precedenti Sezioni 2.1 e 2.2. Tali considerazioni, più in particolare, derivano dal tentativo di svolgere un'analisi integrata che tenga in considerazione sia aspetti prettamente di ordine regolamentare e sia aspetti gestionali, organizzativi e di carattere strategico al fine ultimo di sviluppare delle conclusioni che non trascurino nessun aspetto rilevante.

Ricapitolando quanto finora si è detto, il Gruppo UniCredit è connotato, seppur da una notevole presenza in Italia, da un elevato livello di internazionalizzazione, nonché da un'accentuata diversificazione per tipologia di attività svolta. Per tale ragione, attualmente è sottoposta alla vigilanza diretta della BCE ed è stata classificata tra le istituzioni a rilevanza sistemica globale e nazionale in Italia. Conseguentemente, a fini di vigilanza regolamentare, al Gruppo è richiesta la dotazione ed il mantenimento di requisiti patrimoniali ulteriori che impattano notevolmente sulla strategia del Gruppo medesimo, in particolare sull'impiego ed il reperimento del capitale, nonché sulle politiche creditizie. Da questo punto di vista, rilevano le informazioni comunicate dal Gruppo a mezzo dell'informativa di bilancio e di Terzo Pilastro, oltre al Piano Strategico regolarmente approvato e contenente gli obiettivi fissati dal Consiglio di Amministrazione per il 2018. Per quanto riguarda le informazioni rilevanti a perseguire lo scopo della presente Sezione, esse sono le seguenti:

a) il Gruppo UniCredit è stato inserito tra le banche a rilevanza sistemica e soggetto a requisiti patrimoniali più elevati previsti per la sotto-categoria di appartenenza rispetto alle banche non sistemiche;

b) al 31 dicembre 2015, il Gruppo UniCredit presentava un *common equity tier 1* dell'11.50% (contro un *ratio* dell'11.12% del 2014) e l'obiettivo dichiarato nel Piano strategico approvato l'11 novembre 2015 per il 2018 è quello di aumentare il valore attuale del *ratio* patrimoniale fino al 12.6%;

c) l'ammissione nel 2008, a seguito di Basilea II, del Gruppo all'utilizzo dei metodi *Internal Rating Based* (IRB) per il rischio di credito;

d) l'obiettivo strategico dichiarato in ottica di medio-lungo termine è quello di ottimizzare le performance del Gruppo attraverso:

   i. l'affinamento dei processi e delle attività che impattano sull'impiego del capitale (processo di affidamento, monitoraggio e miglioramento della qualità del credito), nonché sulla sua allocazione (attività di *capital allocation*),

   ii. il recupero di efficienza ed efficacia operativa per ottimizzare i costi amministrativi (circa -1.6 miliardi di euro come stabilito dal Piano Strategico) e stimolare la celerità e l'accuratezza del processo decisionale, anche al fine di isolare tempestivamente le criticità e gli scostamenti emersi e porvi adeguatamente rimedio,

iii. la dismissione di attività scarsamente remunerative per il Gruppo in ottica di portafoglio e di alcune attività *non core*,

iv. lo sviluppo e l'implementazione di nuove metodologie avanzate e modelli interni per la misurazione del rischio cui il Gruppo è complessivamente esposto.

Dopo aver esposto sinteticamente le informazioni rilevanti, è necessario procedere ad una loro valutazione individuale e complessiva.

Procedendo con ordine, per quanto riguarda la rilevanza sistemica del Gruppo UniCredit, nella Sezione 2.2, si è già evidenziata la dimensione del Gruppo e la varietà di attività svolte. A tal proposito, l'obiettivo non è quello di analizzare nel merito la decisione intrapresa dalle Autorità di vigilanza, pertanto le considerazioni che seguono riguarderanno unicamente le conseguenze che tale decisione avrà sulla gestione del Gruppo. Sul punto, la prima osservazione che è possibile formulare riguarda la stretta relazione tra i provvedimenti delle Autorità e il Piano Strategico del Gruppo per il 2018. Più nel dettaglio, nella Sezione 2.1 si è evidenziato come la completa operatività del regime previsto per le Istituzioni a rilevanza sistemica debba passare per un regime transitorio che accompagni la banca verso l'aumento dei fondi propri fino a concorrenza della maggior soglia prevista (1% per le banche o i gruppi bancari classificati nella Sotto-Categoria 1). Ebbene, considerata l'attuale dotazione patrimoniale di UniCredit, ossia un CET1 *ratio* del 11.50%, l'obiettivo di raggiungere entro la fine del 2018 un CET1 *ratio* del 12.60% appare indotto dalla variazione a seguito dei provvedimenti delle Autorità delle disposizioni di vigilanza regolamentare applicabili al Gruppo in materia di requisito patrimoniale.

Con riferimento all'ammissione all'utilizzo dei metodi IRB per il rischio di credito, essi precedono la classificazione del Gruppo tra le banche sistemiche poiché queste ultime disposizioni di vigilanza derivano essenzialmente dalla trasposizione normativa di Basilea III, mentre le prime dalla parziale entrata in vigore di Basilea II. In verità, anche se si trattasse di conseguenze di norme coetanee, non è difficile pensare che una banca debba essere prima ammessa all'adozione di sistemi di misurazione del rischio più evoluti prima di essere considerata una banca sistemica. Tale tesi può essere supportata da due ordini di giustificazioni:

a) l'applicazione dei metodi IRB non richiede il carattere sistemico della banca che li adotta e ciò sia dal punto di vista regolamentare e sia economico-statistico. Più in particolare, una banca potrebbe essere in grado di applicare i metodi IRB disponendo di dati, conoscenze e disponibilità di mezzi anche pur non essendo sistemica (si pensi alle banche di classe 2 sulla scala della Banca d'Italia formula-

ta sulla base della tipologia di metodi utilizzati per la misurazione del rischio). In aggiunta, i metodi IRB sono metodi avanzati ma comunque predisposti dal soggetto vigilato per la successiva approvazione della Vigilanza. Per tale ragione, è chiaro come il soggetto vigilato sia in grado di graduare, in base al principio di proporzionalità di cui si è già detto, il livello di sofisticazione del modello per adattarlo alle proprie caratteristiche gestionali, nonché alle proprie capacità/opportunità di crescita;

b) di fatto, l'utilizzo e lo sviluppo dei modelli interni per la misurazione del rischio è un passaggio preliminare rispetto al raggiungimento dei requisisti richiesti dalla norma europea per la classificazione tra le Sotto-Categorie di Istituzioni a rilevanza sistemica. Infatti, è difficile pensare ad una banca o ad un gruppo bancario di tali dimensioni che utilizzi ancora e/o solamente il metodo standardizzato per il calcolo dei requisiti patrimoniali. Ciò senza tenere in considerazione la rilevanza a fini gestionali e strategici di implementare un sistema evoluto di rilevazione dei rischi (tali aspetti saranno trattati nel seguito in relazione alle soluzioni effettivamente implementate dal Gruppo UniCredit).

In stretta connessione con quanto affermato si pone l'obiettivo fissato dal Consiglio di Amministrazione della Capogruppo di sviluppare ed implementare metodologie per la rilevazione e la misurazione dei rischi (sopratutto di credito). Tale obiettivo deve essere letto alla luce di quanto sopra. Infatti, visto che per i soggetti vigilati vengono richiesti particolari requisiti di *corporate governance*, tra cui figurano per prime le metodologie (modelli e presidi organizzativi) per la gestione dei rischi, la cui adeguatezza è da valutarsi secondo proporzionalità, chiaramente l'obiettivo citato deve essere in modo imprescindibile parte dell'agenda e delle finalità da perseguire, sopratutto a seguito della classificazione del Gruppo tra le istituzioni a rilevanza sistemica.

In aggiunta, l'accresciuto requisito patrimoniale, oltre alle inevitabili considerazioni circa la necessità di assicurarne il rispetto, pone anche altre problematiche di carattere economico-finanziario. Queste ultime si relazionano con gli obiettivi contenuti nel Piano Strategico relativi al recupero di maggior efficienza operativa e decisionale, nonché all'affinamento dei processi che impattano sull'impiego e sull'allocazione del capitale, tra cui figurano anche decisioni di discontinuità come la dismissione di attività scarsamente remunerative e *non core*. Le considerazioni che seguono muovono tutte la presupposto che l'attività bancaria *ex* art. 10 TUB è attività commerciale, pur se con le particolarità e le conseguenze che derivano in prima battuta dalla lettura dei disposti combinati degli art. 41 e 47 della Costituzione della Repubblica Italiana. Ne consegue che lo svolgimento dell'attività bancaria, ancor di più se si tratta di una banca o di un gruppo bancario con strumenti di debito, di capitale e ibridi quotati in uno o più mercati regolamentati (come UniCredit), non possa prescindere dal costante

e "insindacabile" apprezzamento del mercato che valuta la coerenza del rapporto tra redditività e rischio, in termini attuali e prospettici, anche in relazione al giudizio circa l'adeguatezza delle politiche future dichiarate dalla banca nell'informativa resa.

Entrando nel merito della questione, l'aumento dei requisiti patrimoniali comporta ovviamente l'aumento del capitale di rischio che deve essere remunerato secondo le aspettative del mercato. Pertanto, la gestione della banca deve essere in grado di generare un maggior valore almeno pari all'aumento della redditività aggiuntiva richiesta a fronte del capitale aggiuntivo. Ovviamente, la strada di perseguire maggiore redditività assumendo rischio ulteriore, ovvero in ultima analisi concedendo maggiore credito, non è percorribile poiché, di fatto e a prescindere da considerazioni relative alle correlazioni e all'effetto diversificazione, la maggiore assunzione di rischi comporta maggiore assorbimento patrimoniale. Per raggiungere lo scopo, infatti, sono necessarie politiche che ottimizzino la redditività dell'attivo già in essere poiché si tratta dell'unico modo per far sì che contemporaneamente tutti i requisiti di vigilanza siano rispettati e che le aspettative del mercato non siano disattese. Sul punto, le politiche deliberate dal Consiglio di Amministrazione di UniCredit appartengono a due tipologie, ognuna delle quali finalizzata ad un obiettivo specifico, ovvero:

a) recupero di efficienza operativa e ottimizzazione delle performance del Gruppo attraverso:

   i. ottimizzazione dei costi di gestione e amministrativi dismettendo attività poco remunerative e con scorso beneficio in termini di diversificazione del portafoglio, anche diminuendo il numero di unità territoriali[3] e spingendo sui servizi di banca digitale, nonché sulle attività a basso impatto patrimoniale al fine di aumentare le entrate per commissioni;

   ii. affinamento del processo decisionali in termini di qualità dell'informazione e della rapida disponibilità presso i centri competenti (cfr. Sezione 3.4 in cui si tratta dell'attività di *reporting* del Gruppo UniCredit), al fine ultimo di adottare le opportune azioni correttive sulla composizione del portafoglio in modo da reagire ad eventuali incrementi dell'esposizione al rischio e a contenerne il relativo assorbimento patrimoniale incrementale;

   iii. miglioramento dei processi di misurazione dei rischi e dell'attività di *capital allocation*. Per quanto riguarda i modelli di *risk management*, a seguito dell'autorizzazione all'utilizzo dei modelli IRB, il Gruppo sta studiando un nuovo modello ti tipo *mark to market*, ossia un modello sensibile anche al rischio di migrazione, rispetto al modello precedentemente adottato che,

[3] Ad esempio, in Tabella 2.1 sono riportati il numero di sportelli e di dipendenti da cui si evince un andamento tendenziale a ribasso.

sempre nell'ambito dei metodi IRB, era di tipo *default mode*. Ciò si riconnette senza dubbio alla qualità dell'attività di *risk reporting*, alla qualità e tempestività delle decisioni e alla capacità di stimare in modo più accurato le svalutazioni e gli accantonamenti su crediti (perdite attese), ma anche di cogliere in modo più preciso l'effetto diversificazione sulle perdite inattese che determinano l'ammontare di capitale necessario. Quest'ultimo aspetto si riconnette, evidentemente, all'attività di *capital allocation* la cui rilevanza, sia ai fini di rispetto dei requisiti di vigilanza e sia a fini di raggiungimento degli obiettivi di rendimento per gli investitori, è aumentata per via dell'esigenza di maggior efficienza nell'impiego e nell'allocazione del capitale dovuta all'incremento dei requisiti patrimoniali richiesti. Pertanto, decisioni quali la dismissione di attività poco remunerative e lo sfruttamento dei benefici della diversificazione di portafoglio, in una realtà come UniCredit, possono essere considerati come il principale elemento in cui emerge la qualità della gestione, nonché della sua capacità di operare entro il sistema di vincoli precedentemente delineato. Tali considerazioni forniscono anche una giustificazione sulle motivazioni che hanno spinto a dedicare molto spazio nella Parte I allo studio dei principali modelli di *risk management* e, nell'ambito della Parte II , a ricostruire i modelli effettivamente utilizzati dal Gruppo, nonché l'uso e le finalità di tali modelli a fini gestionali e di controllo. A tal proposito, come si vedrà nella Sezione 3.3, il Gruppo si sofferma in modo particolare sulle modalità che guidano il processo di allocazione del capitale, dando un solido fondamento empirico alle considerazioni e ai modelli fin qui esposti;

b) aumento della redditività e contenimento delle perdite attese e inattese connesse al deterioramento del merito creditizio delle controparti e, più in generale, miglioramento della qualità del credito. Tutto ciò mediante:

   i. il miglioramento del processo di affidamento e di monitoraggio del credito in essere che, come si vedrà, comprende processi di comunicazione delle politiche creditizie stabilite dai vertici della gerarchia del Gruppo e l'accostamento di modelli informatici automatizzati basati sull'applicazione di modelli statistici a processi di carattere qualitativo in cui emergono le competenze professionali del personale addetto. Tra questi ultimi processi rientra una funzione autonoma incaricata di valutare ed eventualmente correggere l'output delle procedure automatizzate e vi rientrano altresì tutte le analisi qualitative e andamentali sulle quali la valutazione della clientela è tradizionalmente basata, oltre all'analisi di bilancio;

   ii. il miglioramento della qualità del credito nel senso di migliore capacità re-

stitutiva della clientela e di migliori politiche creditizie per individuare i segmenti di clientela più remunerativi tenendo conto della composizione e del rischio del portafoglio, al fine di abbattere le svalutazioni a conto economico e contenere l'assorbimento patrimoniale, nel rispetto della normativa di vigilanza.

Da ultimo, l'ultimo aspetto che si ritiene di dover menzionare riguarda l'obiettivo di semplificazione organizzativa e procedurale così come dichiarato nel Piano Strategico del Gruppo per il 2018. Ebbene, l'obiettivo di semplificazione deve intendersi finalizzato sia al contenimento dei costi amministrativi e sia alla certezza nelle direttive impartite dagli organi superiori, nonché nell'attività di *reporting*. Tutto ciò per perseguire l'obiettivo di massima efficienza, efficacia e celerità del processo decisionale, anche a finalità di permettere una rapida risposta a situazioni contingenti. Tale obiettivo, visto alla luce del rispetto dei requisiti di *corporate governance* e di progettazione organizzativa, devono essere analizzati alla luce della disciplina di vigilanza. A tal proposito, le soluzioni effettivamente adottate da UniCredit saranno oggetto della successiva Sezione 2.4. Il Capitolo 3 sarà, invece, interamente dedicato all'analisi delle soluzioni associate alle considerazioni precedentemente trattate nella presente Sezione.

2.4 La struttura organizzativa del *risk management*

L'apice della funzione di gestione dei rischi del Gruppo è ricoperto dalla funzione di *risk management* della Capogruppo (c.d. *Group Risk Management*) che, in conformità degli obblighi normativi previsti per la Società capogruppo in materia di "*attività di direzione e coordinamento*" ai sensi dell'art. 61, 4 co. D. lgs. n. 385/1993, rappresenta l'ultimo presidio per la gestione ed il controllo dei rischi consolidati di Primo e Secondo Pilastro. L'attività di indirizzo, coordinamento e controllo della funzione di *risk management* si manifesta materialmente per mezzo dei "*Portfolio Risk Managers*", che agiscono nel rispetto dei limiti e in adempimento degli obblighi derivanti dalle rispettive competenze.

Per quanto riguarda l'Italia, la struttura organizzativa prevede la funzione denominata "CRO *Italy*" i cui compiti sono quelli di esercitare l'attività di direzione e coordinamento delle Società italiane controllate dal Gruppo e di gestire, misurare e monitorare il rischio di credito, operativo e reputazionale per l'attività del Gruppo svolta entro i confini geografici dello Stato italiano. La funzione, così come ogni altra funzione di gestione del rischio competente per gli ambiti geografici degli altri stati in cui il Gruppo opera, riferisce direttamente al *Group Risk Management*.

In generale, tra i compiti e gli obiettivi assegnati alla competenza della funzione di *risk management* della Capogruppo è possibile annoverare anche :

a) la formulazione delle politiche di gestione dei rischi al fine di garantirne l'effettività, l'adeguatezza e la conformità alla strategia, anche contribuendo attivamente alla formulazione della medesima;

b) l'attività di fornire adeguato supporto all'attività del *Chief Executive Officer* (CEO) nella formulazione del progetto da proporre al *board* in materia di "*Group Risk Appetite*" che, tra l'altro, prevede il coinvolgimento attivo del "*Group Risk & Internal Control Committee*" e rappresenta l'attività preliminare rispetto alla formulazione dei piani e degli obiettivi di budget assegnati alla sfera di competenze del Vice Direttore Generale della funzione "*Strategy & Finance*" (*Chief Operating Officer* - COO). A quest'ultimo, in generale, compete il compito di supportare l'Alta Dirigenza coordinando l'attività di pianificazione strategica e di formulazione degli obiettivi e il CEO per la supervisione sul sistema di controlli interni;

c) l'indirizzo dell'attività dei Responsabili delle *business units* fornendo loro i criteri da adottate per la misurazione, valutazione, gestione e controllo dei rischi;

d) l'attività di assicurare che vi sia conformità ed omogeneità tra i criteri adottati presso le singole unità di business, così come coincidenza nelle procedure adottate per le attività di misurazione, monitoraggio e *reporting* dei rischi;

e) la partecipazione attiva alla formulazione delle strategie e degli interventi correttivi che eventualmente si rendano necessari collaborando e coordinando l'attività con quella della funzione "*Strategy & Finance*";

f) l'ottimizzazione della qualità degli impieghi e la conseguente diminuzione del *Cost of Risk*, fermo il rispetto degli obiettivi strategici, di programmazione e controllo, nonché il livello *target* di rischio/rendimento tanto con riferimento al Gruppo complessivamente considerato, quanto alle singole *business units*.

In linea con la struttura della funzione di *risk management* della Capogruppo, all'interno del Consiglio di Amministrazione della stessa sono stati istituiti Comitati interni con competenze specifiche in materia di gestione e controllo dei rischi. Lo scopo di questi ultimi è quello di assicurare che le decisioni rilevanti siano intraprese nel rispetto dell'effettività di una gestione *risk based*, nonché efficacia, efficienza e flessibilità del processo decisionale. L'articolazione dei Comitati prevede:

a) il "*Group Risk & Internal Control Committee*" che, in conformità alle *best practice* del Codice di Autodisciplina di Borsa Italiana s.p.a., è composto da soli amministratori non esecutivi, in maggioranza indipendenti. Tale Comitato è di recente

istituzione (1 ottobre 2015) e si occupa supervisionare, indirizzare, coordinare e monitorare la gestione dei rischi a livello consolidato e di supportare il CEO nella supervisione delle funzioni di controllo interno in relazione alla definizione delle metodologie e delle prassi operative, nonché nella fissazione dei limiti di delega e nella predisposizione delle modalità attraverso cui avviene la misurazione, la gestione ed il monitoraggio dei rischi, compresi la determinazione dell'ammontare delle svalutazioni e degli accantonamenti a fronte del rischio assunto, il calcolo del capitale interno e l'attività di *reporting* dei rischi;

b) il "*Group Portfolio Risks Committee*" con la funzione di gestire e controllare i sottoportafogli identificati in base alla natura del rischio da essi derivante. Conseguentemente, all'interno del comitato ora in esame sono stati individuati quattro altri comitati ognuno incaricato di svolgere la medesima attività riferita ad un singolo portafoglio, ovvero:

   i. il "*Group Market Risks Committee*",

   ii. il "*Debt Capital Markets Commitment Committee*",

   iii. il "*Group Operational and Reputational Risks Committee*",

   iv. il "*Group Assets and Liabilities Committee*";

c) il "*Group Transactional Committee*" che, con particolare riferimento al rischio di credito, si occupa di gestire e soprattutto di valutare le posizioni di rischio con controparti di dimensioni e di impatto tali da impattare visibilmente sul profilo di rischio del Gruppo o singole transazioni di importo o valore sufficiente da ripercuotersi sensibilmente sul Gruppo. All'interno di tale comitato sono individuati tre comitati competenti a valutare separatamente singoli aspetti ritenuti rilevanti ad assicurare il buon funzionamento e l'efficacia del Comitato complessivamente considerato. Tali come comitati sono:

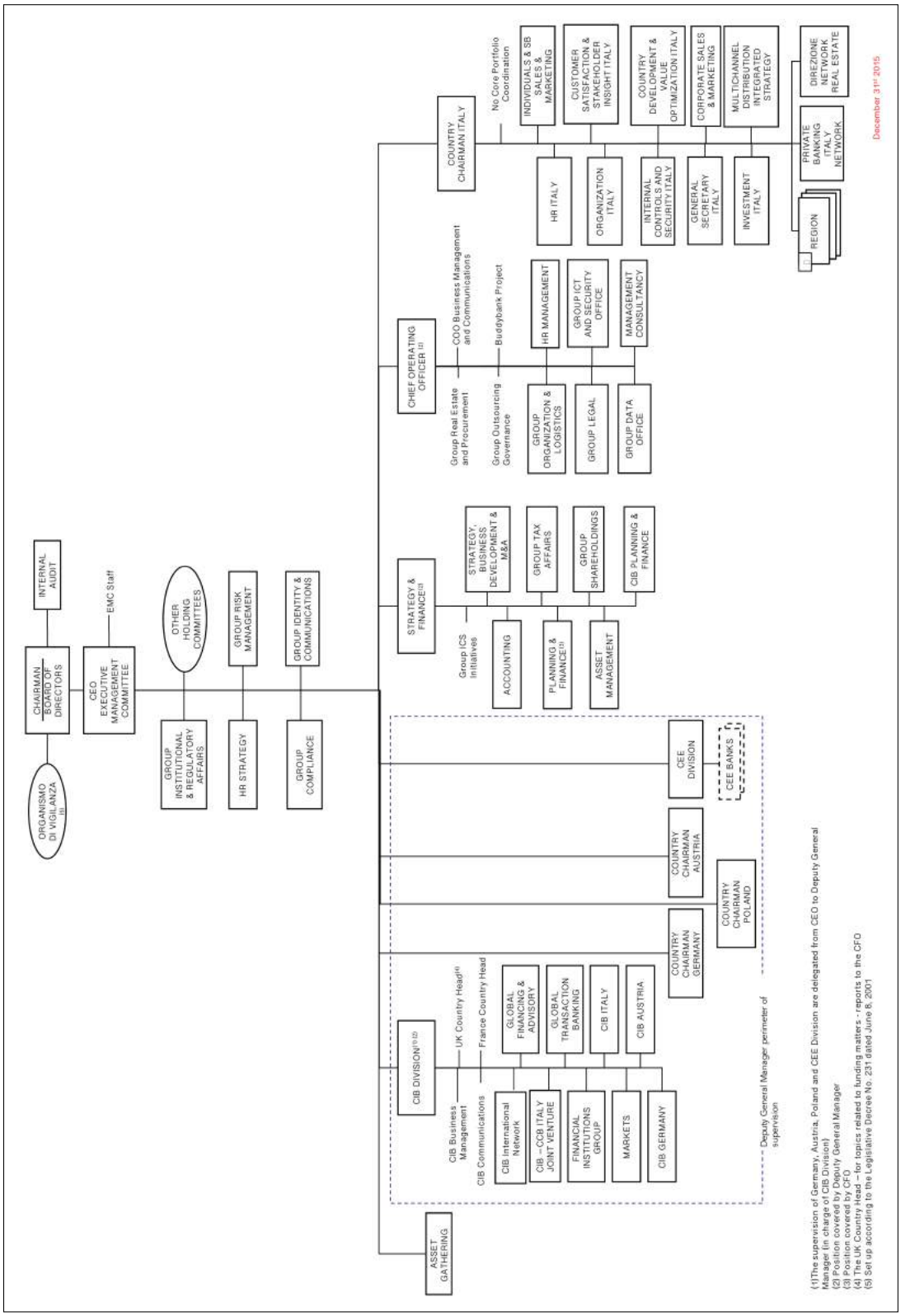
   i. il "*Group Credit Committee*",

   ii. il "*Group Transactional Credit Committee*",

   iii. il "*Group Rating Committee*".

Un aspetto ulteriore di assoluto rilievo è rappresentato dalle competenze attribuite al Consiglio di Amministrazione della Capogruppo che, in adempimento alle norme che gli affidano la funzione di più elevata supervisione strategica e controllo gestionale, deve anche:

a) formalizzare il processo di misurazione e controllo dei rischi, assicurarsi che tutti i maggiori rischi cui il Gruppo è esposto siano stati adeguatamente identificati, misurati e gestiti;



†Fonte: UniCredit Group

Figura 2.6: *UniCredit Group - Organigramma*

b) assicurare che vi sia conformità tra rischio assunto, propensione al rischio e capacità di assumere rischio in modo da garantire il rispetto del requisito di sana e prudente gestione richiesto dalla normativa regolamentare vigente;

c) monitorare e procedere ad un periodico riesame delle procedure al fine di valutarne l'adeguatezza e la conformità a disposizioni legislative e regolamentari.

Il Consiglio di Amministrazione del Gruppo, nello svolgimento degli incarichi di cui sopra, è coadiuvato dal Comitato Controlli Interni e Rischi (ICRC). Considerato che la Capogruppo è stata ammessa alla negoziazione nel Mercato Telematico Azionario gestito da Borsa Italiana s.p.a., trovano applicazione anche le *best practice* di cui al Codice di Autodisciplina, nonché il principio del c.d. "*comply or explain*" che, fermo il rispetto di ogni altra disposizione legislativa o regolamentare, impone di adeguarsi ai Principi del Codice o di motivare al mercato le cause del mancato adeguamento. Con l'Istituzione del Comitato Controlli Interni e Rischi, il Gruppo ha deciso di uniformarsi alle raccomandazioni del principio 7.P.3 per cui "*il sistema di controllo interno e di gestione dei rischi coinvolge, ciascuno per le proprie competenze*:

a) *il consiglio di amministrazione, che svolge un ruolo di indirizzo e di valutazione dell'adeguatezza del sistema e individua al suo interno:*

   i. *uno o più amministratori, incaricati dell'istituzione e del mantenimento di un efficace sistema di controllo interno e di gestione dei rischi* [...], *nonché*

   ii. *un comitato controllo e rischi* [...] *con il compito di supportare, con un'adeguata attività istruttoria, le valutazioni e le decisioni del consiglio di amministrazione relative al sistema di controllo interno e di gestione dei rischi* [...].

L'emittente prevede modalità di coordinamento [...] *al fine di massimizzare l'efficienza* [...] *e di ridurre le duplicazioni di attività*".

Tuttavia, viste le esigenze date dalla complessità operativa del Gruppo, il Consiglio di Amministrazione ed il Comitato Controlli Interni e Rischi hanno deliberato di andare oltre il Principio 7 del Codice istituendo all'interno del ICRC due Sotto-Comitati rappresentati rispettivamente da:

a) il Sotto-Comitato per i Controlli Interni col compito di valutare eventuali segnalazioni provenienti dalle altre funzioni di controllo del Gruppo;

b) il Sotto-Comitato per i Rischi incaricato di valutare in ottica consolidata le valutazione dei rischi e le relative procedure di gestione e controllo dei rischi di mercato, operativi, di liquidità e di credito nonché, con riferimento a quest'ultimo, di valutare e controllare il rischio di concentrazione, tanto con riferimento a singole controparti rilevanti quanto per area di business.

Sulla base di tali informazioni, è possibile concludere che sia di competenza del Sotto-Comitato per i Rischi l'attività istruttoria e valutativa riferita ai modelli di *risk management*. Più in particolare, per quanto interessa ai fini del presente lavoro, tale Comitato, coadiuvando e riferendo direttamente al Consiglio di Amministrazione, è competente in materia di valutazione e verifica del funzionamento e dell'adeguatezza dei modelli di misurazione del rischio di credito *Internal Rating Based* (IRB). In aggiunta, il Sotto-Comitato per i Rischi è competente anche in materia di altre attività direttamente connesse alla gestione e alla misurazione del rischio di credito, prima tra tutte l'attività di *capital allocation*. Con riferimento a quest'ultimo aspetto, la finalità è quella di approfondire l'esposizione del Gruppo verso controparti (o gruppi soggetti economici connessi) particolarmente rilevanti per dimensione e valore dell'esposizione o verso settori/aree di business al fine di assicurarsi che, anche nel rispetto delle disposizioni di vigilanza in materia, non siano violati i limiti di concentrazione dei rischi e siano intraprese decisioni informate e consapevoli all'interno del Consiglio di Amministrazione.

Ad ulteriore testimonianza dell'importanza che ricopre l'attività di *capital allocation*, il Gruppo dichiara che, in relazione al *Risk Appetite*, la valutazione dei rischi viene condotta anche osservando ed analizzando il rapporto di reciproca dipendenza a livello consolidato dei rischi medesimi. Tale processo, fermo che le decisioni degli intermediari devono essere basate su solide basi quantitative, di fatto non è possibile senza l'implementazione di metodi, modelli e procedure che consentano di valutare tali aspetti in termini di contributo al rischio di portafoglio per i rischi specifici, nonché in termini di contributo al rischio complessivo per le singole categorie di rischio (credito, mercato e operativo).

Sempre in materia di *Risk Appetite*, UniCredit s.p.a. dichiara che uno degli obiettivi è quello di garantire il rispetto dei limiti di rischio precedentemente fissati dal Consiglio di Amministrazione per area geografica e di attività siano rispettati al fine di garantire il raggiungimento del rapporto rischio/rendimento *target*, nonché una crescita ed una creazione di valore sostenibili in ottica di medio-lungo periodo. A ben vedere, si tratta di obiettivi di assoluto rilievo per quel che riguarda l'impatto del *risk management* sulla gestione del Gruppo. Infatti, tali obiettivi, necessitano di strutture idonee alla misurazione delle performance corrette per il rischio sia per area di business e sia a livello aggregato di gruppo. Più nel dettaglio, il Gruppo si pone come obiettivo quello di conoscere e valutare l'andamento delle singole attività tenendo conto del rischio e del relativo costo da esse derivante. In altri termini, il Gruppo intende valutare il rispetto dei limiti di assunzione del rischio, l'assorbimento patrimoniale e il raggiungimento degli obiettivi analiticamente per ogni area di attività, tenendo in considerazione le

correlazioni tra i rischi e il relativo impatto. Tutto ciò nella convinzione per cui la misurazione, le gestione e la valutazione dell'impatto del rischio sia determinante nel processo di creazione di valore e nella crescita sostenibile autofinanziata.

Ai fini del presente lavoro, di particolare interesse è l'affermazione per cui "*il successo delle istituzioni risk-taking in questo nuovo contesto economico dipende principalmente dalla loro capacità di gestione del rischio. I pilastri fondamentali di una gestione del rischio di successo includono la comprensione dei rischi e dei loro effetti su conto economico e stato patrimoniale* [...]" (cfr. UniCredit s.p.a. [102, p. 9]). Ciò conferma quanto detto in precedenza e, contemporaneamente, permette di introdurre il concetto di "cultura del rischio" che i vertici del Gruppo intendono promuovere a tutti i livelli della struttura organizzativa affinché i soggetti abbiano le competenze adeguate a comprendere gli effetti delle proprie decisioni a livello complessivo. Per UniCredit s.p.a. la cultura del rischio si origina a partire da quattro dimensioni rappresentate rispettivamente da:

a) la GOVERNANCE intesa come decisione del livello di rischiosità *target* e raggiungimento/mantenimento dell'obiettivo, anche attraverso la predisposizione di un sistema di remunerazione ed incentivazione strettamente connesso con la rilevazione del rischio e delle performance *risk adjusted*;

b) la GESTIONE DELLE PERFORMANCE, ovvero la misurazione delle performance a consuntivo, il raggiungimento degli obiettivi di budget, la valutazione degli scostamenti e la responsabilizzazione del personale in relazione ai risultati ottenuti;

c) la FORMAZIONE E SVILUPPO nel senso di adeguare le competenze professionali alle crescenti esigenze provenienti dall'aumento della complessità dei mercati, dalla concorrenza e dall'adeguamento alle disposizioni di vigilanza, tutto ciò al fine ultimo consentire al personale di comprendere e condividere l'assoluta rilevanza del rischio per il Gruppo, nonché gli obiettivi ed i criteri cui l'attività deve essere rivolta e i presupposti su cui si basa il sistema di remunerazione ed incentivazione adottato;

d) la COMUNICAZIONE nel senso di predisporre un sistema di trasferimento dei valori e degli obiettivi che siano compresi e condivisi dal Consiglio di Amministrazione a tutti i livelli della struttura organizzativa.

Sulla base di quanto detto in precedenza, è possibile delineare la concezione di UniCredit s.p.a. di "gestione del rischio". Infatti, a prescindere dalle considerazioni quantitative sui modelli, per il Gruppo il rischio è un concetto trasversale e la sua gestione deriva sia da considerazioni di carattere strategico ma anche e sopratutto dall'attività di tutti i soggetti coinvolti ad ogni livello gerarchico. Pertanto, è possibile affermare che il Gruppo interpreti il rischio come un fenomeno dalla "triplice faccia", ovvero un fenomeno che deve essere analizzato dal punto di vista:

a) MANAGERIALE inteso come determinazione dei limiti di rischio e degli obiettivi di rendimento, del posizionamento strategico, nonché degli ambiti di attività verso cui orientare la gestione;

b) ORGANIZZATIVO come determinazione dei limiti di delega che determinano la struttura organizzativa e predisposizione delle metodologie e dei modelli adeguati al perseguimento degli obiettivi di cui al punto a);

c) UMANO in relazione alle effettive competenze del personale che effettivamente, con le proprie decisioni, assume il rischio.

Per UniCredit s.p.a., dunque, la gestione e la valutazione del rischio è un processo circolare che si origina al livello centrale a partire dalle decisioni del Consiglio di Amministrazione della Capogruppo e si irradia attraverso la struttura organizzativa fino ai soggetti che assumono il rischio. Quest'ultima attività, attraverso il sistema di misurazione dei rischi ritorna al Consiglio di Amministrazione sotto forma di quantitativa e qualitativa permettendo l'assunzione di decisione consapevoli e ispirate dalle reali necessità del Gruppo, che a loro volta vengono trasmesse nuovamente alle funzioni operative. In questo modo, il Gruppo intende creare valore sostenibile che si origina da un processo dinamico basato sull'integrazione e sul continuo aggiustamento della strategia e del budget, quest'ultimo reso possibile dalla conoscenza approfondita ed analitica dell'attività del Gruppo ad ogni livello ed ambito organizzativo, sia manageriale e sia operativo.

Capitolo 3

Modalità di gestione del rischio di credito

3.1 Aspetti di carattere generale

Il Gruppo UniCredit calcola in modo analitico i rischi cui si espone a livello di gruppo complessivamente considerato e a livello specifico per le Società subordinate più rilevanti. Per quanto riguarda il rischio di credito, così come avviene anche per il rischio di mercato, operativo, immobiliare e di business, le procedure implementate dal Gruppo prevedono la misurazione del capitale economico per il rischio di credito e la sua aggregazione con il capitale economico per gli altri rischi al fine di determinare il capitale interno, sia in condizione di normale operatività e sia in condizione di stress, ovvero in condizioni di mercato simulate particolarmente avverse.

Sempre con riferimento al rischio di credito, di particolare interesse è la sua misurazione per le Società controllate dal Gruppo di minori dimensioni o, comunque, caratterizzate da una contribuzione al rischio totale non determinante. Più in particolare, per tali società il rischio di credito viene valutato secondo un approccio definito "sintetico" e basato sulle medesime tecniche che il Gruppo utilizza per la misurazione del rischio di mercato al fine ultimo di misurare le variazioni di valore delle società.

Di particolare interesse è la definizione di "Capitale Interno" adottata dal Gruppo (cfr. UniCredit s.p.a. [102, p. 16]).

Definizione (*Capitale Interno*)**.** *Il Capitale Interno rappresenta il capitale necessario a fronte delle possibili perdite relative alle attività del Gruppo e prende in considerazione i rischi definiti dal Gruppo come quantificabili in termini di Capitale Economico coerentemente con i requisiti di Secondo Pilastro (rischi di credito, mercato, operativo, business, investimenti finanziari e rischio immobiliare, includendo l'effetto diversificazione tra i rischi stessi - inter-diversificazione*

- e all'interno di ciascun portafoglio - intra-diversificazione - e un cushion prudenziale a fronte del rischio di modello e della variabilità del ciclo economico).

Per completezza, visto che il Gruppo dichiara di procedere all'integrazione dei rischi quantificabili rilevanti per l'attività svolta, si ritiene utile, anche se ciò esula dagli obiettivi del presente lavoro, evidenziare che il processo di aggregazione dei rischi prevede l'applicazione di modello statistico basato sulla copula bayesiana il quale, in conformità alla definizione di Capitale Interno, consente di considerare nel processo l'inter-diversificazione tra le categorie di rischio rilevanti.

Per quanto riguarda i due parametri che devono essere necessariamente esplicitati *ex ante*, ovvero il livello di confidenza ed l'orizzonte temporale di riferimento, il Gruppo dichiara che:

a) il livello di confidenza è fissato dal Consiglio di Amministrazione pari al giudizio di *rating* obiettivo ("A" sulla scala di Standard & Poor's);

b) l'orizzonte temporale di riferimento è fissato pari all'anno solare.

Come evidenziato nella Sezione 2.4, la massima responsabilità di sviluppo e applicazione dei modelli per la determinazione del Capitale Interno e del Capitale Economico è affidata al *Group Risk Management* delle Società Capogruppo, sempre nel rispetto delle decisioni di carattere strategico e dell'attività di supervisione e indirizzo del Consiglio di Amministrazione. Il risultato del lavoro del *Group Risk Management* viene definito "*Group Rules*" ed è trasmesso alle Controllate del Gruppo interessate dai processi ora in esame per la rispettiva approvazione e la successiva applicazione.

3.2 La stima del profilo di rischio e del capitale assorbito

Il Gruppo valuta la propria adeguatezza patrimoniale in base ai rischi effettivamente assunti e al capitale economico disponibile. Per quanto riguarda direttamente il rischio di credito, è in atto un processo di migrazione verso metodologie e modelli più evoluti. Più in particolare, anche a causa del sostanziale aumento dei requisiti patrimoniali di vigilanza a seguito di Basilea III e della sostituzione dello IAS 39 con lo standard IFRS 9 avvenuta nel 2014 dall'*International Accounting Standards Board* (IASB), il Gruppo sta modificando sostanzialmente i principi e le metodologie adottate per la determinazione degli accantonamenti a fronte del rischio di credito, sostituendo il concetto "storico" di *Incurred Loss* con il concetto di *Expected Loss*, tipico dei modelli di *risk management* analizzati nella Parte I del presente lavoro. Come risulterà evidente, si tratta di un cambiamento di assoluto rilievo che testimonia a pieno le conseguenza dell'aumento della complessità dei mercati e dell'evoluzione della normativa di vigilanza. Infatti, tra le conseguenza attese dell'implementazione degli ultimi standard di

gestione e misurazione dei rischi, primo tra tutti il rischio di credito, è possibile attendersi un aumento tendenziale degli importi accantonati e imputati a conto economico a fronte dei rischi e una maggiore sensibilità delle stime al ciclo economico generale e a fattori macroeconomici specifici, nonché migliori capacità previsionali dei modelli interni sviluppati ed implementati dal Gruppo secondo un approccio *forward looking*.

Per quanto riguarda i modelli implementati dal Gruppo per il calcolo del profilo di rischio e del relativo assorbimento patrimoniale, UniCredit dichiara si seguire procedure distinte per il calcolo del Capitale Economico e del Capitale Regolamentare che, pertanto, non coincidono. Conseguentemente, il concetto di Capitale a rischio, così come sarà definito nella successiva Sezione 3.3, assume una connotazione diversa a seconda che si stia procedendo al calcolo del requisito patrimoniale a fini di vigilanza o ai fini del *risk management*[1].

3.3 L'attività di *capital allocation*

Vista l'attività svolta dal Gruppo UniCredit, l'attività di *capital allocation* ricopre un ruolo fondamentale tanto nelle decisioni strategiche e in sede di programmazione e controllo, quanto ai fini del *risk management*. Più in particolare, il Gruppo intende l'attività di allocazione come l'attività che permette di gestire efficientemente il capitale e, anche al fine di raggiungere l'obiettivo di *rating* "A" in ottica di medio-lungo periodo (in Tabella 3.1 si riportano i giudizi assegnati dalle principale agenzie per un utile confronto), di perseguire un assunzione consapevole del rischio per i futuri sviluppi dell'operatività del Gruppo.

	Debito a breve	Debito a medio lungo	Outlook	Rating individuale
Standard & Poor's	A-3	BBB-	Stable	bbb-
Moody's	P-2	Baa1	Stable	ba1
Fitch Ratings	F2	BBB+	Negative	bbb+

Tabella 3.1: *UniCredit Group - Rating* (fonte: UniCredit Group)

L'attività di *capital allocation* fa parte in modo trasversale del più ampio processo di programmazione e controllo che, a sua volta, prevede le seguenti fasi:

a) la predisposizione del piano strategico e dei budget;

b) l'attività di monitoraggio a consuntivo.

[1]Tale aspetto sarà ulteriormente approfondito nel corso della Sezione 4.4.3.

Nella fase *sub* a), conformemente a quanto affermato nella Sezione 2.4, sono previste le seguenti attività:

a) formulazione della proposta del *Chief Executive Officer*, coadiuvato dal *Group Risk Management*, in materia di *Group Risk Appetite*, ovvero di propensione a rischio del Gruppo, da sottoporre alla valutazione del Consiglio di Amministrazione che, a sua volta, si avvale del *Group Risk & Internal Control Committee*;

b) valutazione dei rischi rilevanti in ottica di impatto sulle capacità di creazione di valore, identificazione e allocazione del capitale alle unità di business che offrono il rapporto rischio/rendimento più adeguato al raggiungimento degli obiettivi di rendimento e di*rating* del gruppo con il coinvolgimento del *Chief Operating Officer*;

c) formulazione degli obiettivi in termini di redditività *risk adjusted* ai responsabili delle unità di business, nonché della quota ideale di capitale a disposizione;

d) valutazione delle decisioni e delle conseguenze in ottica prospettica di creazione del valore.

Nella successiva fase di monitoraggio, invece, sono previste le seguenti attività:

a) valutazione del raggiungimento degli obiettivi di rendimento corretto per il rischio precedentemente formulati con riferimento alle *business unit* e al Gruppo complessivamente considerato, nonché raccolta dei dati necessari alla reportistica interna e all'informativa esterna. Più in particolare, la valutazione dei risultati delle unità di business ha due obiettivi: quello di applicare il sistema di remunerazione ed incentivazione basato sull'assunzione di rischio e quello di comprendere quali siano le aree di business più remunerative per il gruppo, anche al fine della predisposizione e revisione del piano strategico. L'analisi delle performance del Gruppo, invece, perseguono l'obiettivo di verificare il raggiungimento di creare valore per gli azionisti e valutare l'importo e la natura dell'eventuale dividendo. Da ultimo, la raccolta dei dati per la reportistica interna, ovvero delle delle analisi, delle informazioni e dei dati che saranno esposti nella Sezione 3.4 consente di fornire basi solide al processo decisionale e di "chiudere il cerchio" ritornando alle fasi iniziali del processo di pianificazione strategica e di programmazione;

b) valutazione dell'effettiva congruità e adeguatezza dei limiti assegnati alle unità operative e controllo *ex post* di eventuali superamenti che possano compromettere gli obiettivi di massima rischiosità accettabile (*Group Risk Appetite*) e l'individuazione di inefficienze nel processo di allocazione e/o di impiego del capitale che dovessero emergere in caso di assunzione di rischio significativamente inferiore al limite;

c) calcolo e valutazione, anche andamentale, dei principali indici patrimoniali a livello consolidato e per le singole società controllate soggette a vigilanza prudenziale.

A testimoniare l'importanza dell'attività di *capital allocation* di UniCredit è l'affermazione per cui "*il Gruppo si pone l'obiettivo di generare un reddito superiore a quello necessario a remunerare i rischi (cost of equity) e quindi di creare valore per i propri azionisti attraverso l'allocazione del capitale alle differenti linee di attività e business unit in funzione degli specifici profili di rischio*" (cfr. UniCredit s.p.a. [102, p. 45]).

Per il raggiungimento di tale obiettivo, il Gruppo si è dotato di un sistema di procedure e modelli per la misurazione delle performance aggiustate per il rischio che ruota attorno all' *Economic Value Added* (EVA) per identificare il contributo delle unità di business alla generazione di valore complessiva per gli azionisti e guidare quindi il processo decisionale dei vertici, garantendo che per ogni sotto-portafoglio il capitale allocato a fronte del rischio specifico sia adeguatamente remunerato.

Passando oltre, UniCredit identifica utilizza due differenti definizioni di capitale nell'ambito del processo di allocazione.

Definizione (*Capitale di rischio*)**.** Il Capitale di rischio (o Capitale a disposizione) identifica la consistenza del patrimonio disponibile per il Gruppo a fini di copertura dei rischi derivanti dai propri impieghi che richiede una remunerazione almeno pari a soddisfare le aspettative di mercato.

Definizione (*Capitale a rischio*)**.** Il Capitale a rischio è l'effettiva quantità di Capitale di rischio idealmente assorbita a fronte dei rischi cui il Gruppo è già esposto.

Considerato che il costo del rischio per il Gruppo si genera a partire dal Capitale a disposizione e che la creazione di valore si attua attraverso l'assunzione di rischio che definisce il Capitale a rischio. E' possibile concludere che la finalità ultima del processo di allocazione del capitale per UniCredit sia quella di massimizzare l'efficienza nell'impiego e nella saturazione della sua capacità di assumere ulteriore rischio, fermo il rispetto dei limiti regolamentari e interni in termini di propensione al rischio, per conseguire un EVA positivo.

Ancora, sulla base di quanto affermato per il calcolo del Capitale a rischio nella Sezione 3.2, è possibile affermare che il processo di *capital allocation* sostanzialmente si duplichi in:

a) un processo di *capital allocation* in senso economico manageriale attraverso l'applicazione dei modelli di *risk management* al fine di misurare il capitale economico necessario a fronte dei rischi assunti;

b) un processo di *capital allocation* "regolamentare" finalizzato al calcolo del requisito patrimoniale del Gruppo e delle sue Controllate, nonché la capacità ed il contributo delle *business units* al rispetto dei requisiti di vigilanza. Tale processo è reso ancora più oneroso dalla struttura a gruppo poiché si viene a determinare una struttura di limiti regolamentari su due livelli:

   i. il vincolo dato dal rispetto del requisito di vigilanza previsto per il Gruppo complessivamente considerato;

   ii. il vincolo dato al rispetto del requisito di vigilanza previsto per le singole Società controllate, qualora esse siano soggette a vigilanza prudenziale.

L'insieme dei vincoli normativi impattano, chiaramente, sull'insieme dei vincoli economici rappresentati dalla determinazione del contributo al rischio delle singole unità operative e genera un vincolo ulteriore rappresentato dal rispetto dei requisiti regolamentari da parte delle *business units*. Quest'ultimo, non si origina da specifiche disposizioni di vigilanza, ma è diretta conseguenza dell'interazione tra normativa di vigilanza ed obiettivi di *risk management* e *capital allocation*. Tale vincolo consegue anche dalla non perfetta coincidenza tra aree di attività e struttura degli assetti proprietari del gruppo. Tale disallineamento, a ben vedere, oltre a generare un fattore di complessità, determina un vero e proprio rischio che non appare gestito dal Gruppo.

Da ultimo è necessario sviluppare un focus sulle modalità attraverso cui il Gruppo intende finanziarsi, ovvero essenzialmente sull'attività di *capital management*. Dal punto di vista organizzativo, è stata istituita una funzione espressamente dedicata a tale attività e dipendente dalla funzione *Strategy & Finance* come parte dell'attività di programmazione e controllo. A tal proposito, tuttavia, non viene specificato dal gruppo se la capacità prospettica di reperire nuovo capitale sia inclusa tra gli aspetti considerati in sede di programmazione e controllo secondo un approccio strettamente *forward looking* o se la quantità di capitale reperito sia rappresenti più propriamente un vincolo per l'attività di programmazione. Infatti, al tal proposito, il Gruppo dichiara che la finalità del *capital management* sia quello di stabilire il livello di patrimonializzazione *target* in modo coerente con la propensione al rischio e ferme le disposizioni di vigilanza in materia di adeguatezza patrimoniale già trattate.

3.4 L'attività di *risk reporting*

Un approfondimento ulteriore deve essere condotto con riferimento all'attività di *credit risk reporting*. Il Gruppo si avvale di standard di reportistica espressamente redatti per la comunicazione e la trasmissione delle informazioni rilevanti ai vertici della struttura gerarchica competenti in materia (Consiglio di Amministrazione e *Group Risk*

Management). In generale, il contenuto e le informazioni trasmesse riguardano rilievi qualitativi e quantitativi ritenuti necessari per un processo decisionale consapevole e comprendono i parametri necessari per l'analisi delle componenti del rischio di credito, ovvero: l'*Exposure at Default*, le *Expected Losses*, le *transition probabilities* e le rispettive rettifiche di valore, nonché il livello di copertura del rischio e il relativo costo (*Cost of Risk*). In aggiunta, nell'ambito del processo di *reporting*, è dato particolare rilievo alle informazioni relative all'*asset mix*, al fine di catturare l'effettiva diversificazione del portafoglio creditizio complessivamente considerato e dei sotto-portafogli rappresentativi delle singole *business units*. L'attività di *reporting* è affidata alla competenza del *Department Group Credit & Integrated Risks* e, più precisamente, ad una struttura definita *Group Credit Risk Initiatives, Standards and Reporting*.

Uno dei documenti informativi di maggiore importanza prodotti dal *Department Group Credit & Integrated Risks* è denominato "ERM *report*" che trasmette in forma aggregata l'esposizione del Gruppo ai maggiori rischi (rischio di credito, rischio di mercato "*core banking book*" e "*trading & non core banking book*", rischio operativo e rischio di liquidità). Con specifico riferimento al rischio di credito, i dati, le analisi e le altre informazioni sono rese sia per aree geografiche di attività e sia in modo aggregato a livello di gruppo bancario. In aggiunta alle informazione di cui sopra, l'ERM *report* riporta informazioni relative:

a) alle esposizioni creditizie deteriorate, le relative svalutazioni e coperture;

b) a singoli sotto-portafogli rilevanti per l'attività del Gruppo;

c) ai c.d. "grandi rischi", ovvero sulle esposizioni di valore rilevante verso singole controparti o gruppi di soggetti economici connessi.

Per quanto riguarda gli obiettivi che vengono perseguiti, il Gruppo intende perseguire l'obiettivo di permettere al *Group Risk Management* di analizzare e comprendere in modo approfondito le principali cause che determinano l'esposizione al rischio di credito del Gruppo al fine ultimo di rendere possibile l'implementazione tempestiva di politiche e azioni idonee a evitare, arginare o limitare perdite dovute ad eccessiva concentrazione del portafoglio, sia in termini di scarsa diversificazione e sia in termini di esposizioni verso controparti e gruppi di soggetti connessi di ammontare rilevante (rischio di concentrazione).

Il *Group Risk Management*, oltre all'attività di *reporting* periodica "programmata", è competente anche in relazione all'attività di *reporting* necessaria a fronteggiare richiesti specifiche da parte del Consiglio di Amministrazione e del *top management*, nonché della Vigilanza. L'obiettivo è quello di implementare un'analisi "andamentale" sull'esposizione complessiva del Gruppo o di una particolare area d'affari in cui

esso opera in conformità al requisito di una gestione *risk based*. Quest'ultimo prevede il coinvolgimento attivo del *risk management* nella formulazione della strategia, nella pianificazione e nel processo di formulazione del budget, nonché nel monitoraggio proattivo dell'andamento della gestione in ottica di adeguamento all'evoluzione contingente dei fattori interni ed esterni che impattano sull'attività del gruppo. A tal fine, l'obiettivo è quello di produrre documenti informativi in modo rapido e sufficientemente esaustivo da permettere al Consiglio di Amministrazione e al *top management* di pervenire ad un fondato giudizio in relazione alla redditività corretta per il rischio, all'andamento delle misure di rischio utilizzate dal Gruppo, alla crescita, alle dinamiche del credito deteriorato e alle relative forme di copertura per ambito di attività, aree geografiche, unità locali, settori industriali e tipologia di controparte.

Dal punto di vista organizzativo, la predisposizione della reportistica relativa a specifici ambiti territoriali nazionali e particolari sotto-portafogli prevede la collaborazione tra *Group Risk Management* della Capogruppo e rispettivamente il *Chief Risk Officer* (CRO *italy* per l'Italia) e il *Credit Risk Portfolio Manager* competenti.

Capitolo 4

I modelli per il rischio di credito nel Gruppo

4.1 La misurazione ed il monitoraggio del rischio di credito

Vista l'attività svolta dal Gruppo, il rischio di credito rappresenta di certo una delle componenti di rischio di maggior rilevo sia in termini gestionali e sia dal punto di vista regolamentare. Pertanto, la sua misurazione è gestione appare essere un'attività imprescindibile per il Gruppo, anche considerato l'ambito territoriale in cui esso opera (cfr. Figura 2.2). A tal riguardo, UniCredit dichiara espressamente che: "*ai fini della sua misurazione,* [...] *il rischio di credito è definito anche come la perdita potenziale conseguente al default del prenditore/emittente o da un decremento del valore di mercato di un'obbligazione finanziaria, a causa del deterioramento della sua qualità creditizia. Su quest'ultimo aspetto il Gruppo sta esplorando nuovi approcci che considerino la componente di rischio di credito del banking book soggetta a variazioni di valore. In particolare, il rischio di migrazione sarà incluso nel calcolo del capitale economico effettuato dal Credit Portfolio Model, a partire dal 31 dicembre 2015*" (cfr. UniCredit s.p.a. [102, p. 61]).

Come risulterà evidente, dalle dichiarazioni rese dal Gruppo è possibile dedurre agevolmente che prima del 31 dicembre 2015 la metodologie ed i modelli adottati non consideravano la componente di rischio di credito rappresentato dal rischio di migrazione. Per lo stesso motivo, è anche possibile affermare che il Gruppo seguiva un approccio *default mode* per la misurazione del rischio di credito, anche per le esposizioni negoziate in un mercato regolamentato per cui l'applicazione di modelli *mark to market* è di certo più agevole.

Proseguendo oltre, UniCredit stima il rischio creditizio sia per singola controparte e sia al livello di portafoglio complessivo. Tale stima viene condotta la prima volta in se-

de di valutazione del merito creditizio della controparte e sia successivamente quando, periodicamente, procede al riesame della esposizioni già in essere nell'ambito dell'attività di monitoraggio. Entrambe le attività prevedono una fase di *rating assignment* in cui la controparte diviene assegnataria di un giudizio di *rating* interno formulato sulla base di aspetti quali la tipologia di controparte e la forma tecnica dell'esposizione.

Per quanto riguarda il processo di valutazione del merito creditizio in caso di primo affidamento, le unità operative si basano sia sull'analisi dei dati di bilancio e sia su analisi qualitative condotte internamente, queste ultime allo scopo di evidenziare la posizione competitiva, le quote di mercato ricoperte, l'adeguatezza dell'organizzazione e le prospettive del settore di attività prevalente. Nel corso di tale processo, le unità operative si avvalgono anche di database esterni quali, ad esempio, la Centrale dei rischi per ottenere informazioni relative alla posizione della controparte nei confronti del sistema bancario. Attraverso tali informazioni, l'output del processo di valutazione del merito creditizio è rappresentato dalla stima della *default probability* della controparte e dalla successiva assegnazione del *rating*.

Diversamente accade per il processo di monitoraggio del credito in essere poiché il Gruppo dichiara che tale attività è prevalentemente incentrata su analisi andamentali, a loro svolta svolte sulla base di dati ed informazioni provenienti da fonti interne ed esterne. Il risultato dell'attività di monitoraggio del credito è rappresentata dal calcolo di uno *score*, ovvero di un indice sintetico di rischiosità della controparte. Più precisamente, UniCredit definisce lo *score* come un "punteggio" che viene ottenuto attraverso un modello di regressione, senza specificare se si tratti di un modello lineare o non lineare a a dominio limitato. Tuttavia, sebbene tale informazione non sia stata resa pubblica, è possibile avanzare l'ipotesi che si tratti un modello di regressione lineare, il cui output è definito su un'insieme illimitato. Per tale ragione lo *score* non può e non viene interpretato in termini di probabilità di insolvenza, ovvero come un giudizio cardinale, ma in termini di "punteggio", la cui finalità è quella di ordinare le controparti secondo la rispettiva rischiosità. A sostegno di tale ipotesi, è possibile fornire due giustificazioni:

a) la struttura di base che contraddistingue i modelli di *scoring* rispetto ai modelli di regressione non lineare a dominio limitato per la stima della probabilità di insolvenza;

b) l'adozione di un modello *default mode* per la valutazione del merito creditizio delle controparti.

I modelli di *scoring*

I modelli di *scoring* si basano su un'analisi discriminante (*discriminant analysis*) finalizzata, attraverso la stima di un modello di regressione lineare i cui regressori sono rappresentati generalmente da indicatori di bilancio o dati andamentali interni o esterni, a stabilire l'appartenenza della controparte a categorie definite da intervalli dei output della regressione che identificano altrettante intensità di rischio di *default*.

L'esempio più semplice di modello di *scoring* è rappresentato da un modello di regressione che determina l'appartenenza della controparte alla categoria delle controparti "*performing*", piuttosto che alla categoria "*non performing*".

Il modello di *scoring* probabilmente più noto è lo Z-*score* di Altman [4]. Nella sua formulazione originaria lo Z-*score* è così specificato:

$$Z = 1.2X_1 + 1.4X_2 + 3.3X_3 + 0.6X_4 + 0.999X_5$$

in cui:

X_1 : capitale circolante/totale attività,

X_2 : utili a nuovo/totale attività,

X_3 : EBIT/totale attività,

X_4 : equity/totale passività,

X_5 : fatturato/totale attività.

Il valore di Z, infine, è interpretabile attraverso le modalità illustrate dalla Tabella che segue.

Z-*score*	Categoria delle controparti
$Z > 3.00$	Rischio estremamente contenuto
$3.00 \geq Z > 2.70$	Rischio modesto
$2.70 \geq Z > 1.80$	Rischio elevato
$1.80 \geq Z$	*Default* molto probabile

Per quanto riguarda la giustificazione *sub* a), anche se i modelli di *scoring* non sono stati trattati nell'ambito del presente lavoro, è possibile affermare che essi siano necessari alle unità operative incaricate di monitorare il credito in essere per determinare, sulla base dello *score*, le eventuali azioni da intraprendere che possono essere, ad esempio, il riesame della posizione attraverso modalità non dissimili da quelle previste in sede di primo affidamento. Preme sottolineare ancora una volta come lo *score* non sia interpretabile in termini di *default probability*, ma solamente come giudizio ordinale. Da questo punto di vista, venendo alla giustificazione *sub* b), a prescindere dalla formulazione del giudizio, se esso fosse veramente interpretabile in termini di probabilità di insolvenza, di fatto il modello implementato dal Gruppo sarebbe di tipo *mark to market* poiché lo stesso, una volta mappata la probabilità di insolvenza sulle classi di *rating*, sarebbe nelle condizioni di stimare le frequenze storiche delle migrazioni.

Il *rating* assegnato in base alla probabilità di *default* e lo *score* costituiscono una delle maggiori basi informative sulla quale gli uffici competenti (individuati in base al valore dell'esposizione) deliberano l'effettiva erogazione del credito o l'eventualità di agire adottando i provvedimenti considerati più adeguati viste le specificità della singola controparte interessata. La struttura organizzative del Gruppo prevede anche una funzione indipendente dalle funzioni operative competenti in materia di erogazione e monitoraggio del credito incaricata di condurre il processo di *override*, ossia che si occupa di correggere eventualmente l'output automatico fornito dal modello al fine di tenere conto anche di informazioni e/o analisi di tipo qualitativo che non possono essere considerate dal modello. In ogni caso, a prescindere dal valore dello *score*, il merito creditizio di ogni controparte viene valutato nuovamente almeno su base annuale e sulla base delle nuove informazioni e dati disponibili. Nel caso in cui la controparte facesse parte di un gruppo, il merito creditizie di tale controparte è valutato anche in relazione all'appartenenza al gruppo. Lo stesso accade in caso di soggetti connessi da legami di tipo economico.

Le metodologie implementate dal Gruppo a fronte della misurazione e della gestione del rischio di credito prevedono anche l'applicazione da parte della funzione di *risk management* del Gruppo e delle sue Controllate di modelli di portafoglio che permettono di procedere alla stima del rischio aggregato e del contributo al rischio delle aree di business o anche di singole controparti rilevanti. Le misure di rischio/perdita che vengono calcolate sono rappresentate dal *Credit Value at Risk*, dall'*Expected Shortfall* e dalle *Expected Losses*.

A conferma che il modello di portafoglio utilizzato sia di tipo *default mode*, il Gruppo afferma che per il calcolo del *Credit*-VaR si procede alla stima dell'intera distribuzione di perdita di portafoglio e che l'ammontare della perdita è calcolato come prodotto tra *Loss Given Default* ed *Exposure at Default*, quest'ultima supposta deterministica, e tenendo in considerazione la *default correlation*. Più in particolare, la logica *default mode*, emerge in modo netto poiché nelle dichiarazioni rese dal Gruppo UniCredit si fa esplicito riferimento alla stima di una distribuzione di perdita (e non di una distribuzione di valore del portafoglio) e alla correlazione tra le insolvenze (e non alla correlazione tra gli *asset*).

In particolare, il Gruppo determina le perdite attese del proprio portafoglio come somma delle perdite attese delle singole esposizioni, a loro volta determinate come

$$\mathrm{EL}_i = \mathrm{PD}_i \times \mathrm{LGD}_i \times \mathrm{EAD}_i \,,$$

sottolineando come il valore così determinato abbia natura di costo da imputare per

competenza a conto economico e sia del tutto indipendente dal rapporto di dipendenza che le i meriti creditizi delle singole controparti.

Per quanto riguarda il calcolo del *Credit*-VaR, il Gruppo procede dapprima alla stima della distribuzione di perdita attraverso simulazioni e poi isola il percentile ti tale distribuzione associato al livello di confidenza desiderato. Il Capitale Economico, invece, è posto pari al *mean*-VaR, ossia è calcolato sottraendo al *Credit*-VaR l'ammontare delle perdite attese. Per completezza, il Capitale Economico a fronte del rischio di credito rientra tra i dati necessari per la stima del Capitale Interno che il Gruppo intende detenere a fronte dei rischi quantificabili cui si espone nello svolgimento della propria attività. Ancora, il Gruppo è consapevole delle problematiche connesse all'utilizzo del VaR come unica misura di rischio di portafoglio e, pertanto, la procedura prevede anche il calcolo dell'*Expected Shortfall*, al fine di ottenere informazioni relative al rischio associato ai valori estremi della distribuzione di perdita che eccedono il VaR.

Per quanto riguarda tali misure, il Gruppo evidenzia come esse siano molto sensibili alla struttura di dipendenza tra le controparti in portafoglio. Pertanto, il Gruppo dichiara di implementare procedure interne di *capital allocation*, di *pricing* e di misurazione delle performance aggiustate per il rischio idonee a conseguire un livello di diversificazione (per area d'affari, area geografica e tipologia di controparte) tale da diminuire le stime di *Credit*-VaR e di *Expected Shortfall* in linea con quanto affermato nella Sezione 3.3, ovvero in linea con l'obiettivo di massimizzare l'efficienza di impiego del capitale a disposizione. In tal senso, in linea con le disposizioni regolamentari previste in materia di gestione dei rischi, UniCredit ha compiuto un sforzo in direzione dell'effettiva integrazione del *risk management* nella formulazione della strategia creditizia del gruppo e delle decisioni di allocazione del capitale. A supporto di tale affermazione è possibile evidenziare come il Gruppo abbia implementato in sistema informativo integrato tra tutte le Società del Gruppo andando di fatto ad includere nelle analisi integrate le esposizioni verso le controparti appartenenti alle aree geografiche in cui il Gruppo è più presente (essenzialmente l'area CEE)[1].

4.2 Rettifiche di valore su esposizioni deteriorate

Le esposizioni deteriorare (c.d. *non-performing*) sono le esposizioni scadute da oltre 90 giorni e/o le esposizioni tali da indurre la banca a ritenere che non sia probabile il loro rientro senza la previa escussione delle garanzie. Tale categoria di esposizioni, così come stabilito dalla Circolare n. 272/2008 della Banca d'Italia in materia di matrice dei conti, si compone di tre categorie di esposizioni: le sofferenze, le inadempienze

[1] Tale aspetto sarà approfondito nella Sezione 4.4.3 a cui si rimanda.

probabili e le esposizioni scadute e/o sconfinanti. Il valore di tali esposizioni deve essere rettificato in funzione dell'effettivo grado di anomalia al fine di rifletterne il valore corrente. Allo scopo il Gruppo UniCredit dichiara di procedere alla valutazione delle esposizioni attraverso modelli che prevedono l'attualizzazione dei flussi di cassa associati all'esposizione deteriorata ad un tasso che riflette la rischiosità della posizione medesima. Tuttavia, il Gruppo non dichiara nulla in merito alle modalità di formulazione del tasso di sconto praticato che, come noto, sopratutto per le esposizioni per cui è previsto un piano di ammortamento del debito prestabilito per tutta la durata della stessa, il tasso rappresenta l'unico elemento che realmente impatta sul valore stimato. La rettifica di valore è calcolata come differenza tra il valore di prima iscrizione e il valore ricalcolato. Pertanto, almeno fino al 31 dicembre 2015, il Gruppo calcola le svalutazioni su crediti ancora con le modalità previste dal Principio IAS 39, mentre le modalità di applicazione del nuovo Principio IFRS 9 sono ancora in fase di studio, visto che l'utilizzo di un modello di portafoglio *default mode* e la relativa distribuzione di perdita individuale porterebbe a sottostimare il valore della perdita attesa e, quindi, della svalutazione da imputare a conto economico.

Per quanto riguarda i tempi del processo di recupero, infine, il Gruppo basa le proprie stime a partire dai dati sui tempi di recupero storici. Il relativo database è composto "*per classi omogenee di finanziamenti, tenuto conto del segmento di clientela, della forma tecnica, della tipologia di garanzia e di altri eventuali fattori ritenuti rilevanti*" (cfr. UniCredit s.p.a. [102, p. 66]).

4.3 Mitigrazione del rischio di credito

Per quanto riguarda le tecniche di mitigazione del rischio adottate dal Gruppo, quest'ultimo dichiara di utilizzare il metodo "STANDARDIZZATO" (cfr. Capitolo 8), il metodo "IRB DI BASE" e "IRB AVANZATO". Sul punto è necessario sottolineare come il Gruppo abbia optato per la coincidenza tra le metodologie utilizzate a fini interni e regolamentari per valutare l'attenuazione delle perdite dovute al rischio di credito a seguito delle garanzie eventualmente prestate dalle controparti. Un ulteriore nota di merito riguarda l'ambito di valutazione delle garanzie rispetto al processo di valutazione del merito creditizio del cliente. Il Gruppo, infatti, dichiara di procedere separatamente alla valutazione del merito creditizio, ovvero dell'effettiva capacità di rimborso del cliente, e poi alla valutazione delle garanzie eventualmente prestate che rappresentano un rapporto giuridico accessorio al credito. In altri termini, UniCredit persegue l'obiettivo di migliorare l'efficacia della valutazione delle controparti in sede di primo affidamento attraverso la valutazione separata della capacità restitutiva e dell'attenuazione delle conseguenze di un'eventuale *default* della controparte. Conseguentemente,

il Gruppo si dimostra sensibile alle cause che determinano le perdite su crediti poiché la capacità del cliente di restituire puntualmente il credito impatta nella stima della sua probabilità di insolvenza, mentre le eventuali garanzie sulla stima della perdita in caso di insolvenza. Per quanto riguarda la tipologia di garanzie che rappresentano la componente maggioritaria sul totale, coerentemente con le specificità dell'attività svolta, è rappresentata dalle garanzie reali su beni immobili residenziali e non residenziali (ipoteca) e sulle garanzie finanziarie (principalmente titoli obbligazionari, quote o azioni di OICR). Sia dal punto di vista organizzativo che procedurale, fermo quanto detto precedentemente, il processo di valutazione delle garanzie è una componente del più ampio processo di valutazione del merito creditizio e, dal punto di vista del sistema informativo, è integrato al fine della classificazione delle garanzie a fini di stima del tasso di recupero e, di conseguenza, anche della perdita in caso di insolvenza.

Le garanzie reali sono valutate, in generale, al valore corrente di mercato o al valore di presunto realizzo, ossia al valore a cui il bene che costituisce la garanzia può essere realisticamente ceduto. A tal proposito, tuttavia, è necessario distinguere tra garanzie aventi ad oggetto strumenti finanziari (quotati e non quotati) e garanzie immobiliari (residenziali e non residenziali).

I primi sono valutati attraverso le seguenti modalità che si distinguono in base alla tipologia della garanzia:

a) gli strumenti finanziari quotati sono valutati a valore di mercato, ovvero all'ultimo prezzo di quotazione relativo all'ultima giornata di negoziazione;

b) gli strumenti finanziari non quotati sono valutati al *fair value* stimato attraverso modelli di *pricing* basati su adeguati riferimenti al mercato;

c) le quote o le azioni di OICR sono valutate sulla base delle informazioni pubblicate dalla società di gestione.

Al valore degli strumenti determinato secondo i criteri suddetti, in conformità delle disposizioni di vigilanza in materia e del metodo di calcolo adottato, la procedura seguita dal Gruppo prevede l'applicazione di *haircut* al fine di tenere conto della rischiosità dello strumento e del relativo rischio di liquidità. In modo integrato tra le maggiori Controllate del Gruppo, è stata implementata una procedura informatica automatica al fine della valutazione quotidiana del valore delle garanzie prestate dalla controparti e per la raccolta di informazioni utili ai fini di applicazione dei modelli "avanzati" per la perdita in caso di insolvenza.

Passando oltre, per quanto riguarda il processo di valutazione delle garanzie aventi ad oggetto beni immobili, la procedura implementata dal Gruppo prevede che le unità

operative si avvalgano di periti indipendenti i quali, a costi standard, assicurino la valutazione dell'immobile ad un valore che non ecceda il valore di realizzo di mercato. Per quanto riguarda le Controllate che operano in Italia, è altresì prevista una procedura automatica che determinano il valore dei beni immobili attraverso modelli statistici basati su dati raccolti internamente o forniti da soggetti esterni.

Le garanzie reali rappresentano la componente prevalente delle attività collaterali rispetto al credito erogato. Più in particolare, esse sono composte per il 71% da garanzie immobiliari e per il 19% dal pegno su titoli.

Per quanto riguarda la valutazione delle garanzie, il Gruppo dichiara di avvalersi unicamente delle metodologie previste a fini di vigilanza sia per i prodotti liquidi e sia per quelli illiquidi. Le informazioni disponibili non sono sufficienti a comprendere quella che sia effettivamente la metodologia implementata dal Gruppo per la stima degli effetti di attenuazione del rischio di credito da parte delle garanzie. Tuttavia è possibile fare delle ipotesi che si basano essenzialmente sulle dichiarazioni rese e sul rispetto delle disposizioni di vigilanza in materia.

4.4 Il calcolo del capitale regolamentare a fronte del rischio di credito

4.4.1 Considerazioni di carattere generale

La trattazione dei metodi previsti dalla normativa regolamentare vigente in materia di calcolo dei requisiti patrimoniali, sebbene possa apparire estranea agli obiettivi del presente lavoro, in realtà rappresenta un nodo fondamentale nell'analisi delle metodologie di misurazione del rischio di credito implementate dal Gruppo. Infatti, come sottolineato più volte nel corso del presente lavoro, l'attività del *risk management* è quella dove emerge forse in modo più evidente la tangenza tra diritto e finanza quantitativa. Pertanto, quando si parla di misurazione del rischio la trattazione dei metodi utilizzati a fini di vigilanza è imprescindibile per un'analisi empirica, anche in ottica di convergenza tra modello "di vigilanza" e modello "ad uso interno", sia in relazione al perseguimento di una maggior semplificazione delle procedure (evitando una duplicazione delle metodologie di calcolo) e sia per contenere l'inevitabile rischio derivante da un mancato allineamento tra i due modelli sopracitati. Come si avrà modo di approfondire in seguito, attualmente il Gruppo UniCredit sta attraversando un periodo di transizione in cui convivono tutti i metodi di calcolo previsti dalla disciplina di vigilanza. Durante tale processo, inoltre, si stanno sviluppando ed implementando

modelli interni più evoluti i quali stanno progressivamente sostituendo le metodologie previste dall'approccio standardizzato.

4.4.2 Il metodo standardizzato

Le modalità di valutazione del rischio di credito per il calcolo dei requisiti patrimoniali basate sul metodo standardizzato non richiedono ulteriori approfondimenti poiché:

a) le metodologie previste dal metodo standardizzato sono interamente stabilite a livello regolamentare e si basano su approcci di tipo "forfettario" estranei all'attività svolta dalle funzioni di *risk management*;

b) il Gruppo UniCredit è stato autorizzato dalla Banca d'Italia all'adozione del metodo *internal rating based* con Provvedimento n. 365138 del 2008.

4.4.3 Il metodo IRB

Come preannunciato, il Gruppo UniCredit è stato autorizzato dalla Vigilanza all'adozione del metodo IRB per il calcolo del requisito regolamentare richiesto a fini di vigilanza per il il rischio di credito. La transizione dalle metodologie standardizzate è iniziata nel 2008 secondo un piano approvato dal Consiglio di Amministrazione della Capogruppo e trasmesso all'Autorità di Vigilanza. Tale piano, denominato "*roll-out plan*", prevede e regola un processo di transizione progressiva ancora in atto che, a partire dalla Capogruppo, andrà ad interessare tutte le Società controllate. Il processo di migrazione in atto prevede sostanzialmente tre fasi, di cui le prime due sono già state portate a termine. Tali fasi possono essere così esposte:

a) adozione dei sistemi interni da parte della società Capogruppo e dalle maggiori Società controllate rappresentate da: UniCredit s.p.a., UniCredit Bank AG e da UniCredit Bank AG Austria;

b) estensione anche a UniCredit Bank Luxembourg S.A., UniCredit Banka Slovenija d.d., UniCredit Bulbank AD, UniCredit Bank Czech Republic a.s., UniCredi Bank Ireland p.l.c., UniCredit Bank Hungary, UniCredit Bank Romania a.s. e Zao UniCredit Bank;

c) estensione dei metodi IRB anche a tutte le altre Controllate del Gruppo.

Attualmente, il Gruppo è autorizzato all'adozione delle proprie stime interne per la probabilità di insolvenza, l'esposizione e la perdita in caso di insolvenza sia per il portafoglio "*Groupwide*" e sia per il portafoglio "*Local*". Il primo è composto da esposizioni creditizie verso Stati Nazionali, istituzioni finanziarie e operazioni di *global project*

finance; mentre il secondo principalmente da esposizioni verso imprese ed clientela *retail*. Un'eccezione è rappresentata per le esposizioni assunte dalle dipendenze italiane del Gruppo per cui l'*exposure at default* è determinata secondo quanto disposto dalla normativa regolamentare vigente.

La Tabella 4.1 schematizza, suddividendo per portafoglio "*Groupwide*" e "*Local*" e per settore specifico di attività, la tipologia di modelli utilizzati dalle Società subordinate del Gruppo. Più in particolare, le Controllate contrassegnate con (*) sono state autorizzate ad adottare il metodo IRB di base; tutte le altre, invece, utilizzano il metodo IRB avanzato. Le Controllate contrassegnate con (**) sono state autorizzate all'adozione del metodo avanzato solamente per la componente del modello relativa alle esposizioni verso banche commerciali ad eccezione del settore "*Securities Industry*" e per quelle denotate con (***) l'autorizzazione è stata concessa nel 2010 subordinandone la validità a fini di calcolo del requisito prudenziale alla conclusione del processo di revisione preventiva sui modelli già predisposti.

Passando oltre, il *Group Risk Management* ha predisposto un sistema di classi di *rating* unico per tutte le società del Gruppo ammesse all'applicazione del metodo IRB denominato "*Rating Master Scale*" (cfr. Tabella 4.2). Gli scopi perseguiti attraverso tale sistema sono:

a) fare in modo che vi sia uniformità di linguaggio e di metriche utilizzate dalle funzioni di *risk management* "decentralizzate" delle Società appartenenti al Gruppo (tale obiettivo era già stato anticipato nella Sezione 4.1);

b) assicurare adeguata coerenza nella raccolta dei dati e delle informazioni a fini di *reporting* e, in definitiva, per l'assunzione delle decisioni del Consiglio di Amministrazione e del *top management*;

c) garantire la certezza delle strategie creditizie comunicate dai vertici.

Sempre in relazione al *Rating Master Scale*, è necessario sottolineare che le singole classi rispecchiano la scala predisposta dalla società di *rating* Standard & Poor's. Quest'ultima si differenzia dalla prima unicamente per la maggior segmentazione delle classi c.d. "*speculative grade*".

A questo punto è necessario ritornare su una problematica già sollevata in precedenza nella Sezione 3.2, ovvero il mancato allineamento tra i modelli adottati dal Gruppo UniCredit ai fini gestionali interni e di calcolo dei requisiti prudenziali. Più in particolare, la *Rating Master Scale* viene utilizzata a soli fini di trasferimento e comunicazione delle politiche creditizie stabilite dalla Capogruppo, nonché per l'attività di *reporting* (cfr. Sezione 3.4).

Prevailing asset class	*Rating system*	*Legal entity*
Central Governments and central banks (Groupwide)	Sovereign (PD, LGD, EAD)	UCI, UCB AG, BA, UCB CZ, UCB SK (*), UCB RO (*), UCB Lux
Institutions subjected to supervision (Groupwide)	Financial Institutions & Banks (PD, LGD, EAD)	UCI, UCB AG, BA, UCB Lux, UCB Slo (*), UCB IE (*), UCB BG (*), UCB CZ, UCB HU (*) (**), UCB SK (*), UCB RO (*), UCL GMBH
Corporate (Groupwide)	Multinational (PD, LGD, EAD)	UCI, UCB AG, BA, UCB Lux, UCB Slo (*), UCB BG (*), UCB CZ, UCB HU (*) (**), UCB SK (*), UCB RO (*), UCL GMBH, ZAO UCB (*)
	Global Project Finance (PD, LGD, EAD)	UCI, UCB AG, BA, UCB CZ, UCB Lux, UCB SK (*)
Corporate (Local)	Integrated Corporate Rating RIC (PD, LGD)	UCI
	Mid Corporate (PD, LGD, EAD)	UCB AG, UCB Lux
	Foreign Small and Mediumsized Enterprises (PD, LGD, EAD)	UCB AG, UCB Lux
	Income Producing Real Estate (IPRE) (PD, LGD, EAD)	UCB AG, UCB Lux
	Acquisition and Leverage Finance (PD, LGD, EAD)	UCB AG, UCB Lux
	Global Shipping (PD, LGD, EAD)	UCB AG
	Wind Project Finance (PD, LGD, EAD)	UCB AG
	Mid-Corporate (PD, LGD, EAD)	BA, UCB CZ
	IPRE (PD, LGD, EAD)	BA, UCB CZ
	Income Producing Real Estate (IPRE) (Slotting Criteria)	UCB BG, UCB SK
	Non Profit (PD, LGD, EAD)	BA
	Mid-Corporate (PD)	UCB HU (*), UCB Slo (*), UCB BG (*), UCB SK (*), UCB RO (*)
	Mid-Corporate (PD, LGD, EAD)	UCL GMBH
	Aircraft Finance (PD)	UCB AG
	Commercial Real Estate Finance (PD, LGD, EAD)	UCB AG, UCB Lux
	Specialized Lending (Slotting criteria)	UCL GMBH
Institutions subjected to supervision, Corporate (Local)	Other minor rating system (Public Sector Entities, Municipalities, Religious Companies, Leasing) (PD, LGD, EAD)	UCB CZ
Retail exposure (Local)	Small Business (PD, LGD, EAD)	UCL GMBH
	Integrated Small Business Rating (RISB) (PD, LGD)	UCI
	Integrated Private Rating (RIP) Mortgages (PD, LGD, EAD)	UCI
	Overdraft and credit cards (PD, LGD, EAD) (***)	UCI
	Personal Loan (PD, LGD, EAD) (****	UCI
	Small Business (PD, LGD, EAD)	UCB AG, UCB Lux
	Private Individuals (PD, LGD, EAD)	UCB AG
	Private Wealthy Customers (PD, LGD, EAD)	UCB Lux
	Small Business (PD, LGD, EAD)	BA, UCB CZ
	Private Individuals (PD, LGD, EAD)	BA, UCB CZ
Securitization (Local)	Asset Backed Commercial Paper (PD, LGD, EAD)	UCB AG

Tabella 4.1: *UniCredi Group - Metodo IRB* (fonte: UniCredit s.p.a. [102, p. 86])

A tal proposito, occorre specificare che si tratta dell'ambito gestionale in cui emerge in modo più evidente la differenza delle procedure adottate a fini interni e di vigilanza, tanto che la *Rating Master Scale* non ricopre alcun ruolo all'interno del processo di progressiva migrazione di tutte le Società subordinate verso l'applicazione del metodo IRB così come previsto dall'*roll-out plan*.

In altri termini, la *Rating Master Scale* è stata predisposta allo scopo di produrre la reportistica da trasmettere al Consiglio di Amministrazione e al *Group Risk Management* affinché tali organi siano in grado di assumere informazioni in materia di strategie di concessione del credito basate su una fonte informativa chiara ed organica. Infatti, è difficile pensare ad una scala di *rating* identica per tutte le Controllate che operano in segmenti di mercato e ambiti territoriali distinti. Tale considerazione è desumibile dall'informativa resa dal Gruppo in cui si dichiara in modo esplicito che la *Rating Master Scale* non impatta sulle politiche di *pricing*, sulla determinazione delle perdite attese e delle svalutazioni su crediti. Più precisamente, con riferimento all'attività di determinazione del tasso attivo da praticare è chiaro come su tali decisioni impattino anche considerazioni di carattere commerciali, le quali non sono omogenee e variano a seconda dell'area geografica di riferimento, del particolare settore del credito e dalla tipologia di controparte. Per quanto riguarda la stima delle perdite attese e delle svalutazioni, esse derivano essenzialmente dalla tipologia di modello utilizzata, quest'ultima identificata sulla base delle caratteristiche e delle peculiarità dell'attività svolta dalle singole controllate.

Passando oltre, in relazione alle finalità per le quali vengono utilizzati i sistemi interni, oltre per quanto detto nelle Sezioni 3.2 e 4.1, il Gruppo dichiara di avvalersi di tali metodologie per il compimento delle seguenti attività:

a) concessione e monitoraggio del credito;

b) recupero delle esposizioni deteriorate;

c) accantonamento e svalutazione;

d) *capital allocation* e decisioni di impiego;

e) pianificazione strategica e programmazione;

f) *reporting* e comunicazione interna.

Come risulterà evidente, tale attività sono state analizzate nello specifico nel corso delle Sezioni precedenti. L'unica precisazione che si ritiene necessaria riguarda l'utilizzo dei modelli interni a fini di *reporting*. Con riferimento a tale ambito si ha la tangenza bidirezionale tra i sistemi di *rating* interni adottati e la *Rating Master Scale* utilizzata a fini di trasferimento interno delle informazioni.

Rating Class (disaggregata e aggregata)		*PD Min*	*PD Max*	*S&P proxy Rating Equivalent*
A	01	0.0000%	0.0036%	AAA
B1		0.0036%	0.0065%	AA+
B2	02	0.0065%	0.0116%	AA
B3		0.0116%	0.0208%	AA-
C1		0.0208%	0.0371%	A+
C2	03	0.0371%	0.0663%	A
C3		0.0663%	0.1186%	A-
D1		0.1186%	0.2116%	BBB+
D2	04	0.2116%	0.3779%	BBB
D3		0.3779%	0.5824%	BBB-
E1		0.5824%	0.7744%	BB+
E2	05	0.7744%	1.0298%	BB
E3		1.0298%	1.3692%	BB-
F1		1.3692%	1.8209%	B+
F2	06	1.8209%	2.4214%	B+
F3		2.4214%	3.2198%	B+
G1		3.2198%	4.2816%	B
G2	07	4.2816%	5.6935%	B
G3		5.6935%	7.5710%	B
H1		7.5710%	10.0677%	B-
H2	08	10.0677%	13.3876%	B-
H3		13.3876%	17.8023%	B-
I1		17.8023%	23.6729%	CCC
I2	09	23.6729%	31.4793%	CC
I3		31.4793%	99.9999%	C
X1		Scaduti deteriorati	100%	D
X2	10	Incagli	100%	D
X3		Sofferenze	100%	D

Tabella 4.2: *UniCredi Group - Rating Master Scale* (fonte: UniCredit s.p.a. [102, p. 88])

Più nel dettaglio, a partire dal Consiglio di amministrazione e dal *Group Risk Management* fino ai *Portfolio Managers* e ai *Chief Risk Officers* competenti rispettivamente per specifici Sotto-Portafogli e particolari ambiti territoriali il trasferimento delle decisioni di concessione del credito avviene attraverso lo schema della *Rating Master Scale*. Le informazioni così trasmesso a livello decentralizzato vengono convertiti sulla base dei parametri delle procedure effettivamente implementate al fine di poter essere trasposte nell'attività operativa delle Società controllate dal Gruppo. In questo modo è possibile

rispettare le esigenze delle singole Società controllate così come emergono sulla base dell'attività realmente svolta, senza però compromettere la visione unitaria dell'attività del Gruppo complessivamente considerata. Per quanto riguarda la raccolta e la comunicazione delle informazioni a consuntivo da trasmettere agli organi e alle funzioni competenti della Capogruppo, è possibile osservare un procedimento inverso tale che le informazioni, a partire dalle unità operative vengono dapprima raccolte sulla base delle caratteristiche dei sistemi utilizzati e coi convertiti per riflettere la struttura della *Rating Master Scale*.

4.5 Applicazione del metodo IRB

Attualmente, presso il Gruppo UniCredit, sono in fase di studio o miglioramento un numero abbastanza elevato in relazione sia al c.d. portafoglio *Groupwide* e sia ai diversi portafogli *Local* specificatamente concepiti per gli ambiti territoriali di maggior rilievo per l'attività del Gruppo. I modelli che costituiranno oggetto di analisi sono espressamente concepiti sia per la stima della probabilità di insolvenza (PD) e sia per la perdita in caso di insolvenza (LGD). Ne deriva che nelle successive Sezioni si analizzeranno due tipologie di modelli rispettivamente predisposti per le due tipologie di portafoglio di cui si è detto. In aggiunta, il Gruppo UniCredit sta implementando modelli per la stima della PD e della LGD in relazione a particolari sotto-portafogli identificati in base alla tipologia e al segmento di attività delle controparti che lo compongono. L'esempio emblematico è rappresentato dai modelli per i seguenti sotto-portafogli del più ampio portafoglio *Local Germany*:

a) operazioni di "*Commercial Real Estate Finance*" (CREF);

b) operazioni di "*Acquisition and Leveraged Finance*" (ALF).

Con queste premesse, nell'ambito del presente lavoro, si procederà analizzando dapprima i modelli per il portafoglio *Groupwide* e poi i modelli per il portafoglio *Local Italy*. Per quanto riguarda il modelli per l'*exposure at default*, nella Parte I, si è affermato che, in pratica, non esistono ancora modelli condivisi e accettati per la stima di tale componente del rischio di credito. In UniCredit, l'EAD, ove possibile, viene determinata sulla base dei contratti attraverso cui il credito è erogato e attraverso l'osservazione di dati andamentali. In ogni caso, tali modelli sono ancora in piena fase di studio e sviluppo. Attualmente, la stima dell'EAD segue le disposizioni regolamentari.

La scelta, infine, di analizzare solamente i modelli *Groupwide* e *Local Italy* deriva essenzialmente dalla tipologia e dalle dimensioni delle controparti, nel primo caso, e della rilevanza del mercato italiano per il Gruppo, nel secondo. In Tabella 4.3 sono riportati i criteri di massima per l'identificazione dei portafogli di cui sopra.

Portafoglio	*Caratteristiche delle controparti*		*Misura di classificazione*
	Min	*Max*	
Groupwide	*Corporate multinational*		*Turnover* o ricavi operativi (consolidati)
	≥ 500 mln €	-	
Local Italy	*Corporate Italy*		Fatturato (o totale attivo se il primo non è significativo)
	≥ 5 mln €	≥ 250 mln €	

Tabella 4.3: *UniCredi Group - Classificazione dei portafogli*

4.5.1 Modelli per la PD di società *corporate* del portafoglio *Groupwide*

L'obiettivo del modello per la PD di società *corporate* (c.d. "modello MNC") che rientrano nel portafoglio *Groupwide* è, in definitiva, quello di assegnare un giudizio di *rating* alle singole controparti. Il Gruppo UniCredit definisce tale giudizio "*shadow rating*" e precisa che esso viene formulato attraverso il tentativo di emulare le potenzialità dei modelli commercializzati sul mercato dalle Agenzie specializzate.

In verità, nell'informativa di Terzo Pilastro resa dal Gruppo, non viene data alcuna informazione relativa all'effettiva struttura dei modelli, così come alla loro capacità esplicativa. L'unico aspetto che viene comunicato, seppur in termini assolutamente generali, riguarda le basi informative utilizzate nell'effettiva applicazione dei modelli. A tal proposito, il Gruppo specifica che sono previsti:

a) un modulo quantitativo in cui si calcola uno *score* quantitativo che tiene in considerazione elementi quali la struttura finanziaria, la redditività operative e la capacità di generare margini sufficienti alla copertura degli interessi, nonché la dimensione della compagine societaria della controparte;

b) un modulo qualitativo in cui si determina uno *score* qualitativo valutando la qualità del management della controparte, l'andamento tendenziale del settore di attività, il posizionamento strategico e competitivo, nonché la quota di mercato raggiunta.

Una volta calcolati entrambi gli *score* il Gruppo procede ad una loro integrazione al fine di determinare uno *score* generale per la controparte specifica che tenga in considerazione tutti gli elementi conoscitivi considerati dal Gruppo significativi. Lo *score* generale, infine, viene convertito in una stima della probabilità di insolvenza della controparte attraverso una relazione di tipo statistiche che è in via di definizione e di affinamento.

In aggiunta, UniCredit dichiara di operare una serie di rettifiche alla stima della probabilità di insolvenza della controparte per tenere in considerazione di aspetti quali:

a) l'eventuale assistenza finanziaria presta dalla società capogruppo qualora la controparte sia parte di un gruppo (in senso giuridico) o di un gruppo di soggetti connessi (in senso economico). La rettifica alla probabilità di insolvenza della controparte, in questo caso specifico, deriva dalla stima della PD media del gruppo o dei soggetti connessi;

b) il rischio paese durante la fase di specificazione del modello. Considerato che si tratta di un modello per la valutazione del merito creditizio di società commerciali internazionali, UniCredit intende il rischio paese in termini di "rischio di trasferimento", ossia in termini di rischio circa un'eventuale sopravvenuta incapacità del debitore di reperire un adeguato ammontare della valuta di denominazione del debito.

Dalle informazioni a disposizione è possibile comprendere che si tratta di modelli di stima che prevedono i due step successivi rappresentati dal CALCOLO DELLO SCORE e dal MAPPING DELLO SCORE SULLA PD (come, ad esempio, il modello KMV oppure i modelli logit-probit analizzati nella Parte I). In aggiunta, sempre sulla base delle dichiarazioni rese da UniCredit sembra che il modello utilizzato per produrre lo *score* quantitativo sia rappresentato di fatto da un modello di regressione. Per quanto riguarda, invece, le modalità di calcolo dello *score* qualitativo, così come quelle relativa all'integrazione delle due stime e al *mapping*, l'informativa resa non riporta alcuna informazione e, pertanto, non è nemmeno possibile formulare alcun ipotesi al riguardo.

Da ultimo, per quanto riguarda sia il modulo qualitativo e sia la successiva revisione dei risultati delle stime condotte, tali attività sono affidate alla funzione autonoma di *override* già trattata nella Sezione 4.1.

4.5.2 Modelli per l'LGD di società *corporate* del portafoglio *Groupwide*

Prima di entrare nei modelli per la perdita in caso di insolvenza delle società *corporate Groupwide*, è bene specificare che il Gruppo ha dichiarato di non disporre di serie storiche significativi per via del numero ridotto di insolvenze verificatesi sul portafoglio *Groupwide*. Per tale ragione, il Gruppo UniCredit ha specificato e stimato un modello di regressione a partire da un database fornito da un soggetto esterno specializzato. I regressori del modello non sono resi noti, così come la bontà delle stime ottenute.

In modo del tutto coerente con quanto detto nella Sezione 3.3 della Parte I, il Gruppo distingue le esposizioni in base alla rispettiva *seniority*. In base ai medesimi risultati

esposti nella Sezione 3.3.7, UniCredit stima la perdita in caso di insolvenza per il portafoglio *Groupwide* per le sole esposizioni *senior unsecured* unicamente verso controparti *in bonis*.

Passando oltre, il modello per il tasso di perdita per esposizioni verso imprese *corporate multinational* del portafoglio *Groupwide* prevede le seguenti fasi:

a) stima della LGD della controporte, definita anche "*Overall* LGD", che viene calcolata a partire dai dati e dalle analisi quantitative basate sull'informativa di bilancio a prescindere dalle caratteristiche dell'esposizione, ovvero dalla sua *seniority*;

b) stima della c.d. "*Gross senior unsecured bond* LGD" applicando delle variazioni in aumento all'*Overall* LGD attraverso un questionario qualitativo finalizzato a comprendere le caratteristiche dell'esposizione, ciò al fine di integrare la stima della LGD della controporte ottenuta sulla base delle dotazione patrimoniale e sulla liquidità delle attività con le informazioni specifiche relative alla specificità della forma tecnica;

c) stima della c.d. "*Adjusted senior unsecured bond* LGD" per tenere adeguatamente in considerazione il rischio legale e i costi dell'eventuale processo di recupero sulla base di dati interni relativi all'esperienza trascorsa del Gruppo;

d) determinazione del valore del *senior unsecured bond* calcolato nella fase precedente si applica un fattore di conversione, le cui modalità di quantificazione non sono rese pubbliche, che consente il calcolo della c.d. "*Final* LGD *Senior Unsecured Loan*" che tiene conto della possibilità di ottenere una ristrutturazione del debito al contrario di quanto avviene nel caso di prestiti obbligazionari.

4.5.3 Modelli per la PD di società *corporate* del portafoglio *Local Italy*

Con riferimento al modello utilizzato dal Gruppo UniCredit per stimare la PD e assegnare un giudizio di *rating* alle controparti, le metodologie sviluppate concorrono a determinare il "*sistema di Rating Integrato Corporate*" (RIC). Quest'ultimo, si compone, nello specifico, di tre componenti rispettivamente rappresentati da:

a) un modulo economico-finanziario che comprende l'analisi dell'informativa di bilancio ottenuta attraverso il Sistema Centrale Bilanci e prevede il calcolo di indici di redditività, onerosità del debito finanziario, struttura finanziaria e composizione dell'attivo, nonché di liquidità e tesoreria (cfr. Sezione 9.1 e 9.2.1 della Parte I);

b) un modulo basato sui dati andamentali ottenuti attraverso l'accesso ai servizi erogati dalla Centrale dei Rischi (cfr. Sezione 9.2.2.1 della Parte I) e da altri fornitori esterni;

c) un modulo qualitativo che, sulla base di un questionario compilato dalla controparte in sede di primo affidamento (cfr. Sezione 9.2.3 della Parte I).

Sulla base delle informazioni comunicate dal Gruppo, è possibile sostenere l'ipotesi che possa trattarsi di modelli per la stima del probabilità di insolvenza di controparti non quotate e, più precisamente, che si tratti dei modelli logit-probit analizzati nella Sezione 3.1.2 della Parte I a cui si rimanda per tutti gli approfondimenti del caso.

4.5.4 Modelli per l'LGD di società *corporate* del portafoglio *Local Italy*

Il primo elemento che si vuole mettere in luce riguarda la tipologia di approccio seguito dal Gruppo nella stima del tasso di perdita. A tal riguardo, infatti, il Gruppo dichiara di seguire l'approccio c.d. "*workout* LGD"[2], a sua volta basato sull'attualizzazione a tassi correnti dei flussi di cassa storicamente verificatisi nelle diverse fasi che compongono il processo di recupero di un'esposizione verso una controparte in stato di insolvenza.

A differenza di quanto accade per i modelli per la LGD del portafoglio *Groupwide*, la stima della perdita in caso di insolvenza per le esposizioni inserite nel portafoglio *Local Italy* si attua attraverso due principali categorie di modelli:

a) modelli per la LGD di esposizioni *in bonis*;

b) modelli per la LGD di esposizioni *default* (sofferenze, incagli, e *past due*).

Per quanto riguarda quest'ultimo, esso è reso possibile da una sufficiente disponibilità dei dati che deriva dall'attività del Gruppo molto radicata in Italia. Tali modelli sono definiti dal Gruppo come "modelli LGD *Defaulted Asset*" e perseguono l'obiettivo di tenere in considerazione della stima della perdita anche fatti ed informazioni sopravvenuti a decorrere dal *default* della controparte. Tale peculiarità è quella che, di fatto, distingue la struttura dei modelli *Defaulted Asset* rispetto ai modelli per le esposizioni *in bonis*. Più in particolare, questi ultimi si compongono di tre moduli rispettivamente finalizzati alla stima della perdita per ogni grado di *default* (si noti il parallelismo con le ultime tre righe della Tabella 4.2 che riporta la *Rating Master Scale*) assumendo che l'evento *default* si verifichi all'istante iniziale, escludendo così ogni informazione che dovesse emergere dopo tale data. Tale differenza, in verità, non deve assolutamente essere trascurata poiché, una volta verificatasi l'insolvenza della controparte, la relativa esposizione, o meglio l'andamento del processo di recupero, può procedere attraverso diverse vie non identificabili a priori: si pensi anche e solo

[2] La *workout* LGD è già stata oggetto di trattazione nelle Sezione 3.3.2 della Parte I e, pertanto, non si ritiene di dover aggiungere nulla rispetto a quanto già si è detto.

alla differenze tra le procedure concorsuali (fallimento e concordato preventivo *in primis*), alle modalità di chiusura delle procedure (ad esempio, la procedura di fallimento potrebbe chiudersi per concordato fallimentare) o, infine, ai diversi esiti ottenuti dagli organi della procedura.

Un aspetto ulteriore che deve necessariamente essere analizzato riguarda l'integrazione nelle stime della perdita in caso di insolvenza dei dati e delle informazioni relativi alla garanzia eventualmente prestata dal debitore. A questo punto è necessario distinguere tra garanzie di tipo reale e garanzie personali (cfr. Capitolo 8 della Parte I). Chiaramente, l'analisi e la valutazione delle garanzie non può prescindere dalle considerazioni riguardante i requisiti richiesti dalla normativa regolamentare ai fini della loro eligibilità. Conseguentemente, il Gruppo UniCredit valuta le garanzie reali attraverso le modalità prescritte dalla normativa vigente in materia che si differenza a seconda del metodo utilizzato per il calcolo dei requisiti patrimoniali a fronte del rischio di credito. Un ragionamento più complesso, invece, riguarda le modalità di valutazione delle garanzie personali poiché la valutazione della qualità della garanzia non può certamente prescindere dall'analisi del merito creditizio del garante (cfr. Sezione 8.3 della Parte I). Per tale ragione, la stima della LGD viene affinata con la previsione del:

a) Sistema di *rating* Garanti predisposto al fine di valutare il merito creditizio della persona fisica che fornisce la garanzia. Tale giudizio è formulato attraverso una procedura che prevede l'integrazione di tre componenti modulari che utilizzano rispettivamente informativa interna, esterna e analisi qualitative in modo analogo a quanto accade in sede di primo affidamento;

b) Sistema di *rating* Confidi che si basa essenzialmente sulle valutazioni di volta in volta effettuate che tengono conto delle specificità del caso, vista anche l'impossibilità di procedere su base statistica per il numero ridotto di dati disponibili o di reperire giudizi di *rating* formulati da soggetti terzi.

Capitolo 5

Conclusioni

5.1 Conclusioni di carattere generale

Per quanto riguarda l'esposizione delle conclusioni, si ritiene di dover distinguere tra conclusioni in merito alla struttura organizzativa del *risk management* e conclusioni relative agli approcci e ai modelli effettivamente utilizzati per la misurazione del rischio di credito. Chiaramente si tratta si aspetti inscindibilmente connessi che non possono esistere singolarmente tuttavia, poiché si tratti di tematiche la cui analisi si sviluppa a partire da considerazioni in parte diverse, si ritiene preferibile una loro trattazione analitica. Ancora, si ritiene utile sottolineare fin da ora come le soluzioni organizzative adottate si pongano a presidio della capacità potenziale della struttura di assumere decisioni consapevoli e informate che tengano in debita considerazione tutti gli aspetti rilevanti della gestione dell'intermediario. I modelli di *risk management*, invece, oltre a tutte le funzioni e gli obiettivi di cui si è già detto, si pongono a presidio di una corretta misurazione di informazioni e dati di tipo quantitativo. Da questo punto di vista, la struttura organizzativa e la sua configurazione specifica assumono un connotato di assoluto rilievo, ossia il punto di tangenza tra aspetti quantitativi e qualitativi della gestione. I primi, con riferimento alla gestione del rischio, derivano da attività quali l'individuazione, la gestione e il *reporting*; i secondi, invece, derivano dalle conoscenza, dall'esperienza e dalla sensibilità delle persone coinvolte, nonché dalle modalità attraverso cui ogni individuo comunica e si rapporta agli altri sia dal punto di vista gerarchico e sia umano. Ciò premesso, è ora possibile procedere con l'esposizione delle conclusioni a cui è stato possibile pervenire analizzando la gestione del rischio di credito del Gruppo UniCredit. Come già anticipato, la Sezione 5.2 sarà dedicata interamente alle conclusioni di carattere organizzativo, mentre nella Sezione 5.3 si esporranno le conclusioni relativi ai modelli.

5.2 Conclusioni in ordine alla struttura organizzativa

Dall'analisi della struttura organizzativa del Gruppo, il primo aspetto che è emerso riguarda una sostanziale adeguatezza dei singoli presidi previsti, così come delle relazioni che consentono la formulazioni di decisioni potenzialmente sfondate e gestionalmente corrette. Infatti, è emerso uno sforzo costante di progettare la struttura organizzativa in modo tale da assicurare la separazione tra funzioni decisionali e di controllo sulla gestione dalle funzioni e dalle attività operative. In aggiunta, da questo punto di vista, è risultato altresì evidente il tentativo di identificare ed isolare ogni aspetto rilevante a fini decisionali, affinché essi siano correttamente individuati e considerati in ottica di effetto congiunto nel processo decisionale del Gruppo.

Particolare menzione deve essere fatta con riferimento al rapporto tra attività di pianificazione strategica, *risk management* e *capital management* (cfr. Figura 2.6). A tal proposito, dal punto di vista organizzativo, è possibile osservare che:

a) il Consiglio di Amministrazione della Capogruppo si avvale, oltre che del Comitato Rischi & Controlli Interni, anche della funzione di *Group Risk Management* che relaziona periodicamente il CdA stesso e risponde a sue particolari richieste formulate *ad hoc* in base alle contingenze del momento;

b) il *Group Risk Management*, in aggiunta alla collaborazione dei comitati analizzati nella Sezione 2.4, viene coadiuvato dalla funzione *Strategy & Finance* al cui interno è prevista una funzione espressamente dedicata all'attività di *capital management*.

Una seconda questione di assoluto rilievo riguarda le considerazioni riportate nella Sezione 2.4 (da pagina 239).

Ragionamenti separati, invece, devono essere condotti in relazione alle attività di *capital allocation* (cfr. Sezione 5.2.2) e di *reporting*(cfr. Sezione 5.2.1): esse, infatti, possono essere considerate come le attività in cui nel Gruppo emerge in modo più marcato la stretta connessione tra aspetti prettamente organizzativi ed aspetti quantitativi di misurazione dei rischi.

5.2.1 Conclusioni relative all'attività di *risk reporting*

Con riferimento all'attività di *reporting* o, più precisamente, di *risk reporting*, è emersa l'attenzione circa le modalità di integrazione delle informazioni e dei dati quantitativi rilevati presso le singole unità operative al fine ultimo di fornire alle funzioni della Capogruppo informative accurate, tempestive e non distorte. Da questo punto di vista, di assoluta rilevanza è stata la predisposizione della *Rating Master Scale* (cfr. Tabella 4.2) che persegue la duplice finalità di aggregare in modo coerente le

informazioni quantitative relative al rischio di *default* e di trasmetterle in modo sintetico ed efficiente al *Group Risk Management* e, attraverso l'ERM *report*, anche al Consiglio di Amministrazione della Capogruppo. Sfortunatamente, il Gruppo non fornisce alcuna informazione circa le modalità di integrazione e di conversione delle rilevazioni presso le singole unità di business. Da questo punto di vista, è chiaro che a tale scopo le misure di rischio sono integrabili purché subadditive (cfr. Capitolo 2 della Parte I) e siano calcolate con il medesimo livello di confidenza e intervallo temporale di riferimento. Procedendo per ordine, il Gruppo ha dichiarato di avvalersi di misure di rischio di credito quali il *Credit*-VaR (ovvero, in sostanza, del *mean*-VaR) e l'*Expected Shortfall*. Visto che solamente quest'ultimo rispetta il requisito della subadditività (Assioma S), il Gruppo non ha reso note le modalità ed i presidi utilizzati per assicurare il rispetto di tale requisito anche per il *Credit*-VaR. Occorre specificare che, nel Gruppo UniCredit la misurazione del rischio avviene in modo incrementale a partire dalle misure di rischio delle singole unità operative (distinte in base a tipologia di servizi offerti) che vengono aggregate per aree territoriali nazionali dal *cro* di volta in volta competente, passando poi per i *Portfolio Risk Managers* che aggregano le misure per tipologie di rischio fino a prevenire alla funzione di *risk management* della Capogruppo. Tale processo, nel caso in cui sia il VaR la misura di rischio richiesta, deve prevedere modalità di integrazione che consentano il rispetto del requisito di subadditività, a pena di una sostanziale distorsione della misura di rischio complessiva. Al fine di evitare problematiche di questo tipo, il Gruppo utilizza un metodo di aggregazione dei rischi quantificabili che si basa sulla Copula Bayesiana, fissando un orizzonte temporale di un anno e un livello di significatività pari alla probabilità di insolvenza minima della classe di *rating* obiettivo "A". Tuttavia, non viene fornita alcuna informazione circa le modalità di calcolo delle misure aggregate per il rischio di credito. Di conseguenza, fermo che i presidi organizzativi risultino adeguati alle caratteristiche del Gruppo, non è possibile formulare nessun tipo di conclusione in relazione alla qualità delle informazioni che attraverso la reportistica vengono comunicate alle funzioni della Capogruppo.

5.2.2 Conclusioni relative all'attività di *capital allocation*

Per quanto riguarda nello specifico l'attività di *capital allocation*, nelle Sezioni 2.3 e 3.3, in sostanziale continuità con le affermazioni e gli approcci analizzati nel corso del Capitolo 7 della Parte I, è emersa la notevole rilevanza di tale attività nel Gruppo UniCredit, tanto a fini di rispetto dei requisiti prudenziali quanto ai fini di creazione di valore per gli azionisti. Pertanto, da un punto di vista generale, il Gruppo considera adeguatamente e riconosce la rilevanza dell'attività di allocazione del capitale. Tuttavia, le modalità di calcolo e di allocazione del capitale economico non sono rese note. Più in particolare, non viene specificata la misura di rischio (o le misure di rischio) utilizzate al fine di assegnare la quantità di capitale ideale che determina la capacità di

assumere rischio da parte delle unità operative e, in definitiva, anche l'esposizione del gruppo verso specifiche aree di attività individuate per ambito territoriale e tipologia di servizio/controparte. Ancora, il Gruppo non comunica le metodologia adottate per disgregare il Capitale Interno per assicurare che la somma dei capitale assegnati alle unità operative sia pari al Capitale Interno medesimo.

Come già chiarito nella Parte I, tale problematica non si pone qualora si utilizzi l'*Expected Shortfall*, ma è ben presente qualora la misura di rischio adottata sia il *Value at Risk*. Analizzando complessivamente l'informativa di Terzo Pilastro pubblicata dal Gruppo, è tuttavia possibile avanzare delle ipotesi relative alle modalità di calcolo del capitale economico diversificato a fini allocativi. Infatti, considerato che il giudizio di *rating* obiettivo del Gruppo è quello di rientrare nella classe "A" e che il requisito minimo per raggiungere tale obiettivo è quello di operare con una probabilità di insolvenza almeno pari al valore minimo dell'intervallo di valori che definisce tale classe di *rating*, è molto probabile che l'attività di *capital allocation*, così come le decisioni di natura strategica formulate dal Consiglio di Amministrazione della Capogruppo, sia basata sul calcolo e scomposizione del *Value at Risk*. Tale misura, infatti, definisce la "massima perdita potenziale", ossia il "peggiore scenario probabile", secondo un approccio concettuale analogo a quello di fissare l'obiettivo in termini di probabilità di insolvenza minima per ottenere un dato giudizio di *rating*.

Simile risultato è sostenibile anche per altra via considerando la misura che viene utilizzata per assegnare la massima capacità di assumere rischio del Gruppo complessivamente considerato, nonché delle singole unità di business. Il capitale economico (o Capitale Interno) e il capitale economico diversificato individuano, infatti, l'ammontare di capitale necessario a coprire le perdite eventuali lasciando scoperti una certa quantità di eventi che determinano la probabilità di insolvenza dell'intermediario. Chiaramente, tale interpretazione è coerente con la natura del *Value at Risk*, ma non, ad esempio, dell'*Expected Shortfall* che, invece, identifica la perdita media nel caso in cui si verifichino eventi che generano perdite superiori all'ammontare di capitale detenuto. In altri termini, l'*Expected Shortfall* prescinde in parte dalla quantità di eventi estremi che determinano perdite superiori al proprio ammontare poiché quest'ultimo dipende dalla forma distributiva delle code della distribuzione di perdita/valore del portafoglio. Ciò non è coerente con l'obiettivo di *rating* fissato dal gruppo e, in definitiva, neanche con le esigenze di allocazione di capitale che ne derivano. Infatti, per utilizzare l'*Expected Shortfall*, e sfruttare la proprietà di subadditività, sarebbe necessaria una riformulazione degli obiettivi stabiliti dal Consiglio di Amministrazione per tenere conto della diversa natura delle due misure.

Proseguendo oltre, ora che si sono evidenziate le motivazione che inducono a ritenere l'uso del VaR, è necessario sottolineare come il Gruppo non comunichi le modalità di disgregazione. A tal proposito, nel Capitolo 7 della Parte I, sono state analizzate quattro modalità attraverso cui è possibile scomporre il VaR complessivo, per ognuna sono stati analizzati pregi e limitazioni; inoltre, sono state brevemente individuate le finalità specifiche e le caratteristiche degli intermediari per i quali le metodologie trattate meglio si prestano ad essere applicate. Per concludere, visto e considerata l'importanza dell'attività di *capital allocation* per il Gruppo, nonché la complessità ed il livello di differenziazione delle attività svolte, si ritiene che la metodologia che meglio si presta al perseguimento degli obiettivi del gruppo e meglio contribuisca ad assicurare gli aumentati requisiti patrimoniali richiesti sia rappresentata dall'applicazione del Teorema di Eulero (cfr. Sezione 7.3.4 della Parte I). Tale metodo, infatti, oltre ad essere *incentive-compatible*, consente di misurare in modo più preciso il beneficio di diversificazione considerando ogni sotto-portafoglio come parte integrante del portafoglio creditizio complessivo. Per gli altri approfondimenti, invece, si rimanda alla Sezione 7.3.4. Per quanto riguarda l'utilizzo dell'*Expected Shortfall*, si ritiene che esso sia impiegato a livello centrale al fine di comprendere in modo più approfondito l'esposizione al rischio complessiva del Gruppo in sede di pianificazione strategica, decisione degli obiettivi di politica creditizia ed eventuale correzione delle finalità strategiche precedentemente formulate. L'*Expected Shortfall*, in questi ambiti, consente la considerazione di informazioni relative all'esposizione ad eventi rischiosi (le c.d. *residual losses*) che si verificano con una probabilità inferiore al livello di confidenza specificato nel calcolo del VaR.

5.3 Conclusioni in ordine alle politiche di misurazione del rischio

In relazione alle politiche e alle metodologie adottate dal Gruppo per la misurazione del rischio di credito, è necessario premettere come le prassi seguite siano attualmente in via di sviluppo e di affinamento. Infatti, come precedentemente osservato, solo recentemente il Gruppo ha dato inizio ad un processo di transizione da un approccio di tipo *default mode* a uno di tipo *mark to market*. Come risulterà evidente, si tratta di un cambiamento di assoluto rilievo che impatta sia dal punto di vista organizzativo e sia strategico.

Dal primo punto di vista, la transizione richiede l'adozione di adeguati presidi organizzativi per assicurare la capacità della struttura di raccogliere dati in misura sufficiente a non compromettere la qualità delle stime dei modelli di portafoglio.

Per quanto riguarda l'impatto sulla formulazione della strategia e delle politiche creditizie, l'utilizzo di modelli di misurazione del rischio più evoluti rende disponibili per le decisioni informazioni quantitative più accurate che tengano conto anche di aspetti non tenuti in considerazioni dai modelli utilizzati in precedenza. Tale aspetto, a ben vedere, è degno di particolare considerazione poiché, oltre ad impattare sulle decisioni del Consiglio di Amministrazione della Capogruppo, esso impatta in misura rilevante anche nel calcolo dei requisiti patrimoniali a fini di vigilanza.

A tal proposito, infatti, è possibile affermare che la distribuzione di perdita stimata attraverso un approccio *default mode*, al dì la della diversa natura dell'informazione contenuta (perdita contro valore del portafoglio), presenta caratteristiche strutturali che la distinguono in modo netto da una distribuzione stimata attraverso un approccio *mark to market*. Più in particolare, la prima, non tenendo in considerazione il rischio di migrazione, presenta una massa di probabilità maggiormente concentrata sul valore modale poiché il verificarsi delle perdite è implicitamente subordinato allo stato di *default* delle controparti. In altri termini, l'approccio *default mode* non considera l'aggravio di rischio conseguente al deterioramento del merito creditizio delle singole controparti. Ciò si ripercuote inevitabilmente sullo *shape* della distribuzione di perdita, la quale presenta una massa di probabilità minore sulla coda sinistra. Pertanto, è possibile affermare che tale approccio sottostimi inevitabilmente il rischio del portafoglio, soprattutto durante cicli economici sfavorevoli. Infatti, operativamente, a seguito dell'aumento della rischiosità delle controparti la banca dovrebbe allocare una maggior quantità di capitale a copertura delle perdite inattese e contemporaneamente dovrebbe procedere alla svalutazione delle esposizioni. Ciò non è possibile, qualora la banca segua un approccio *default mode*. Anzi, più precisamente, il calcolo del capitale aggiuntivo e delle svalutazioni da imputare a conto economico non è possibile attraverso i processi di *risk management*, ma si rendono necessarie procedure si revisione e monitoraggio periodico delle esposizioni in essere. Chiaramente, tali processi non sono in grado di tenere in considerazione l'effetto di diversificazione e, di certo, sono carenti dal punto di vista dell'oggettività. Da questo punto di vista, l'impossibilità di affiancare alle attività di revisione e monitoraggio (comunque necessarie) dati e analisi oggettive e analitiche influisce in modo negativo sull'efficacia di gestione delle controparti, nonché sulle attività di pianificazione strategica, *risk management* e *capital management*. In aggiunta, l'impossibilità di procedere al calcolo analitico dell'impatto dell'aggravio di rischio rileva anche a fini di *pricing* delle esposizioni poiché non è preclusa la possibilità di ricalcolare il tasso da praticare dopo il verificarsi di un deterioramento della capacità restitutiva della controparte (ammesso comunque che la posizione sia rinegoziabile). Ciò, evidentemente, non permette di tenere sotto controllo il *mispricing* che si origina dalle mutate condizioni della controparte gene-

rando perdite occulte per la banca. Da ultimo, in aggiunta a quanto evidenziato, è possibile affermare che un approccio *default mode* accentui l'anticiclicità dell'intermediario nel senso che in economia recessiva comportata una sistematica sottostima del rischio e delle svalutazioni a conto economico, nonché dei tassi attivi praticati. Dal punto di vista del *risk management*, ciò determina una sottostima del rischio e una dotazione patrimoniale inferiore rispetto agli obiettivi di massimo rischio accettabile. Tale conseguenza, tuttavia, non si manifesta immediatamente, ma bensì solamente in futuro nel momento in cui le controparti si rivelano insolventi con una frequenza maggiore rispetto a quanto stimato, aumentando l'incidenza delle perdite e mettendo in evidenza l'insufficienza della dotazione patrimoniale della banca e delle svalutazioni su crediti imputate a conto economico di pertinenza degli esercizi sociali precedenti.

Le considerazioni condotte, oltre a mantenere una valenza generale, si sono rivelate veritiere anche con particolare riferimento alla situazione attuale del Gruppo UniCredit. Infatti, quest'ultimo ha subito in modo evidente le ripercussione della crisi economica che tuttora fa sentire le proprie ripercussioni sul sistema bancario italiano, nonché sull'intera economia del Paese. Infatti, gli ultimi anni hanno messo a dura prova il sistema di misurazione dei rischi del gruppo che non si è rivelato del tutto adeguato a fornire informazioni tempestive circa la situazione attuale e prospettica del portafoglio di proprietà del Gruppo e, contemporaneamente, ha rivelato scarsa capacità di guidare le decisioni manageriali poiché insensibile alle dinamiche di cui si è detto. Ciò ha fatto emergere tardivamente l'aggravio di rischio cui l'intero Gruppo era esposto e che ha determinato l'attuale situazione economico-patrimoniale dello stesso. In aggiunta, si è portati a ritenere che tale situazione non sia risolvibile in tempi brevi per via delle inerzie venutesi a creare a seguito del sistematico *mispricing* delle esposizioni. Ciò, in altri termini, deriva dall'incapacità del *risk management* di isolare le informazioni relative al deterioramento del merito creditizio delle controparti e di adeguare i tassi attivi praticati all'evolversi della situazione creditizia delle medesime. Le conseguenze di tali carenze nella misurazione del rischio di credito, come precedentemente evidenziato, si manifestano tardivamente rispetto all'assunzione del rischio e al riesame delle esposizioni *in bonis* e mantengono inalterati i propri effetti per un periodo strettamente dipendente dalla durata media delle esposizioni e dalla velocità di rotazione del portafoglio. Per tale ragione, nonostante, il Gruppo abbia evidenziato una sopravvenuta sensibilità alle tematiche qui trattate, le conseguenze delle gestioni passate continueranno ad impattare sensibilmente sulla situazione del Gruppo anche in futuro. Chiaramente l'implementazione di un sistema di misurazione del rischio di credito più evoluto basato su una logica *mark to market* fa presagire un miglioramento delle performance del Gruppo complessivamente considerato.

Per quanto riguarda le prospettive del Gruppo, il processo di evoluzione dei modelli di *risk management* utilizzati si ritiene possa portare beneficio prospettico in termini di migliori performance corrette per il rischio poiché la possibilità di isolare informazioni quantitative e *forward-looking* sulle variazioni del merito creditizio delle controparti permette innanzitutto di contenere, ove possibile, il fenomeno del *mispricing* e, poi, di sfruttare in modo più efficacie la misurazione dei benefici di diversificazione poiché questi sono determinati anche dalla dipendenza dei meriti creditizi delle controparti e non soltanto dalla *default correlation*. In questo modo, pertanto, si garantirà per quanto possibile la coerenza dei tassi attivi praticati senza applicare tassi eccessivi alle controparti meno rischiose e tassi insufficienti al remunerare il capitale alle controparti con merito creditizio inferiore. Infatti, qualora ciò non accada, le politiche di *pricing* tendono ad indirizzare verso la concorrenza le controparti più affidabili e a trattenere quelle più rischiose, ovvero le controparti che non remunerano adeguatamente il capitale economico idealmente allocato. Per quanto riguarda i benefici di diversificazione, invece, non considerare il rischio di migrazione distorce al ribasso la stima della diversificazione del portafoglio e, contemporaneamente, aumenta quella del contributo al rischio delle esposizioni o di gruppi di esposizioni omogenee. Ciò determina l'aumento del capitale economico stimato dal modello che, a sua volta, introduce un'efficienza nei processi allocativi. Dunque, si ritiene che per un Gruppo bancario, come UniCredit, che opera su comparti del settore del credito differenziati, l'inclusione del rischio di migrazione nei modelli di *risk management* comporti benefici non trascurabili in termini prospettici in termini di contributo utile per vincere la sfida competitiva che richiede di contemperare vincoli di mercato e di vigilanza.

In conclusione, pur non essendo possibile entrare nel merito delle procedure effettivamente implementate per carenza di informazioni al riguardo, è stato possibile comunque procedere ad un'analisi critica dei pregi e delle limitazioni della gestione del rischio di credito di UniCredit, tra l'altro formulando anche previsioni oggettive e basate sulle dichiarazioni rese dal Gruppo medesimo. Ricapitolando, infatti, dalle analisi condotte è emersa una sostanziale adeguatezza dei presidi prettamente organizzativi previsti, nonché della struttura dell'attività di *credit risk reporting*. Tuttavia, per quanto riguarda le limitazioni, è emerso che i modelli utilizzati hanno evidenziato delle inefficienze dal punto di vista delle stime che si sono ripercosse sul taluni aspetti del processo decisionale, nonché sul controllo ed il monitoraggio dell'esposizione al rischio complessiva. Da questo punto di vista, tuttavia, è altresì emerso come il Gruppo si stia muovendo nella giusta direzione per sanare le lacune emerse attraverso la transizione verso modelli di misurazione e gestione del rischio di credito più evoluti e adeguati alle dimensioni e alla complessità dell'attività svolta.

Appendici

Appendice A

Value at Risk - Aspetti computazionali

Definizione A.1 (*Funzione generalizzata inversa*)**.** Data una generica funzione crescente $G(x) : \mathbb{R} \longrightarrow \mathbb{R}$, la funzione generalizzata inversa di G(x) è definita come:

$$G^{\leftarrow}(y) \stackrel{d}{=} \inf\Big\{x \in \mathbb{R} : G(x) \geq y\Big\}. \tag{A.1}$$

Definizione A.2 (*Funzione di ripartizione*)**.** Data una misura di probabilità k ($\mathbb{R}^n$), si definisce funzione di ripartizione di k la funzione data da:

$$F_k(t_1, t_2, t_3 \dots t_n) \stackrel{d}{=} k\Big((-\infty, t_1] \cdot (-\infty, t_2] \cdot (-\infty, t_3] \dots (-\infty, t_n]\Big). \tag{A.2}$$

Definizione A.3 (*Funzione di ripartizione di una v.c.* X)**.** La funzione di ripartizione di una v.c. X è definita dalla funzione di ripartizione della legge di densità di probabilità $\mathbb{P}(x)$ tale che:

$$F_X(t) = \mathbb{P}_X\Big((-\infty, t]\Big) = \mathbb{P}\Big((-\infty, t]\Big). \tag{A.3}$$

Definizione A.4 (*Funzione quantile*)**.** Data una funzione di densità di probabilità F, si definisce funzione quantile, o pseudoinversa, la funzione $F^{\leftarrow}$ generalizzata inversa di F con $\alpha \in (0, 1)$ data da:

$$q_\alpha(F) \stackrel{d}{=} F^{\leftarrow}(\alpha) = \inf\Big\{x \in \mathbb{R} : F(x) \geq \alpha\Big\} \equiv \min\Big\{x : F(x) \geq \alpha\Big\}. \tag{A.4}$$

Per ogni v.c. X caratterizzata dalla propria funzione di densità di probabilità F, è possibile adottare la notazione $q_\alpha(X) \stackrel{d}{=} q_\alpha(F)$.

Nota A.1. Se la funzione F è continua e strettamente crescente in $\mathbb{R}$ si ha che

$$q_\alpha(F) = F^{-1}(\alpha), \tag{A.5}$$

in cui F^{-1} è la funzione inversa di F.

Lemma A.1 (*Quantile*)**.** Se F è la funzione di densità di probabilità della v.c. X, il generico punto $x_0 \in \mathbb{R}$ è un quantile della funzione F se e solo se si verificano le seguenti condizioni:

a) $F(x_0) \geq \alpha$;

b) $F(x) \notin \alpha, \ \forall x \notin x_0$.

Ciò deriva direttamente dalle proprietà di cui godono le funzioni generalizzate inverse (cfr. Definizione A.1).

Sia $F_L \sim \mathcal{N}(\mu; \sigma^2)$ la funzione di perdita di un portafoglio di esposizioni con media μ e varianza σ^2[1] e $\alpha \in (0, 1)$ tale che $\mathbb{P}(X \notin x_0) = \alpha$, si ha che:

$$\mathrm{VaR}^{\alpha} = \mu + \sigma\,\Phi^{-1}(\alpha) \quad \text{e} \quad \mathrm{VaR}^{\alpha}_{m} = \sigma\,\Phi^{-1}(\alpha), \tag{A.6}$$

in cui Φ indica la funzione di densità di probabilità di una v.c. normale e Φ^{-1} la funzione quantile di Φ.

In base al Lemma A.1, è possibile scrivere che:

$$F_L(\mathrm{VaR}^{\alpha}) = \mathbb{P}(L \leq \mathrm{VaR}^{\alpha}) = \mathbb{P}\left(\frac{L - \mu}{\sigma} \leq \Phi^{-1}(\alpha)\right) = \Phi(\Phi^{-1}(\alpha)) = \alpha. \tag{A.7}$$

[1] Per semplicità di esposizione si suppone che la *loss distribution* sia normale poiché, in questo modo, si rientra nel caso descritto dalla Nota A.1.

Appendice B

Processi stocastici e ipotesi distributive

Definizione B.1 (*Processo stocastico*)**.** Un processo stocastico (*stochastic process* o *random process*) è un insieme ordinato di variabili aleatorie indicizzate dal parametro t e definite sul medesimo spazio di probabilità ζ:

$$\text{DGP} \stackrel{d}{=} \{X_t;\ t \in \zeta\} \tag{B.1}$$

In particolare, per quanto riguarda le due categorie più generali di processi stocastici, essi possono essere suddivisi in:

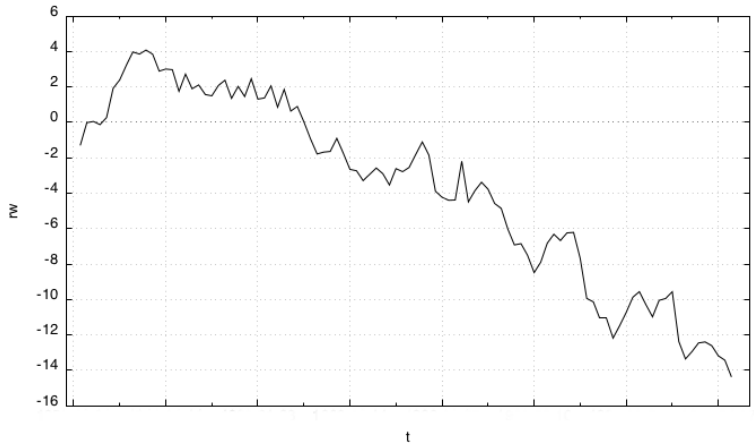
a) processi stocastici continui $\{X(t);\ t \in \zeta\}$, se l'insieme ζ è definito nel continuo;

a) processi stocastici discreti, se ζ è un insieme discreto infinito e numerabile.

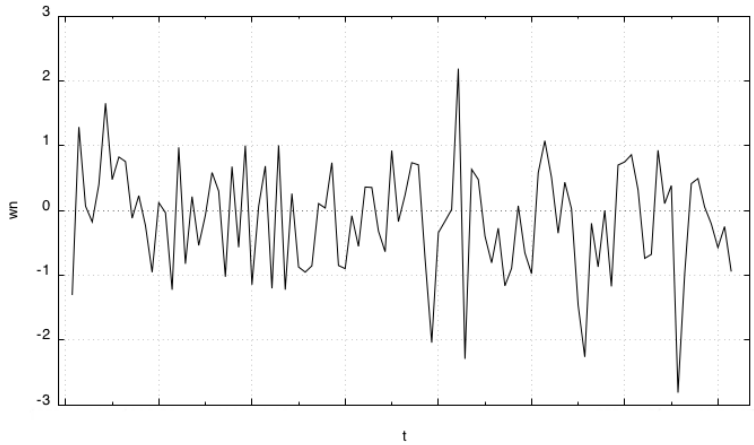
Fissando un generico elemento dell'indice ($t = t_0$) si seleziona un solo elemento dell'insieme ordinato, cioè si definisce la singola variabile casuale X_{t_o}. E' noto che ad ogni variabile casuale X_t possono essere associate una molteplicità di osservazioni (o determinazioni), ognuna delle quali si realizza secondo la legge di densità di probabilità che caratterizza la variabile casuale medesima. L'insieme di tutte le possibili determinazioni determina lo spazio campionario ω. La variabile casuale può quindi essere interpretata come una funzione di insieme, a sua volta rappresentabile attraverso la notazione:

$$X_{t_o} \stackrel{d}{=} X_{t_0}(\omega);\ \omega \in \Omega. \tag{B.2}$$

Come è stato fatto in precedenza, anche in questo caso risulta possibile esplicitare un solo elemento appartenente allo spazio campionario $\omega = \omega_0$: in questo modo si ottiene il valore $X_{t_0}(\omega_0)$ che rappresenta una singola determinazione appartenente tanto a ζ, quanto a Ω.



(a) *Random Walk*



(b) *White Noise*

Figura B.1: *Example of stochastic process.*

A questo punto, in forza delle considerazioni che sono state avanzate, è chiaro come, in teoria, la relazione B.1, più correttamente, dovrebbe essere riscritta come:

$$\text{DGP} \stackrel{d}{=} \{X(\omega);\ \omega \in \zeta\}. \tag{B.3}$$

Dal punto di vista applicativo, invece, è certamente più utile per comprendere il significato di $\{X_t(\omega_0); t \in \zeta\}$ che, un volta fissato il singolo elemento $\omega = \omega_0$, rappresenta una successione (continua o discreta) di singole determinazioni, ognuna delle quali riferita alla propria variabile casuale del processo stocastico. Tale successione è denominata "realizzazione del processo stocastico" e, graficamente, è rappresentata da una curva continua o discreta, a seconda della natura dell'insieme T, definita in funzione del tempo (o dell'indice t).

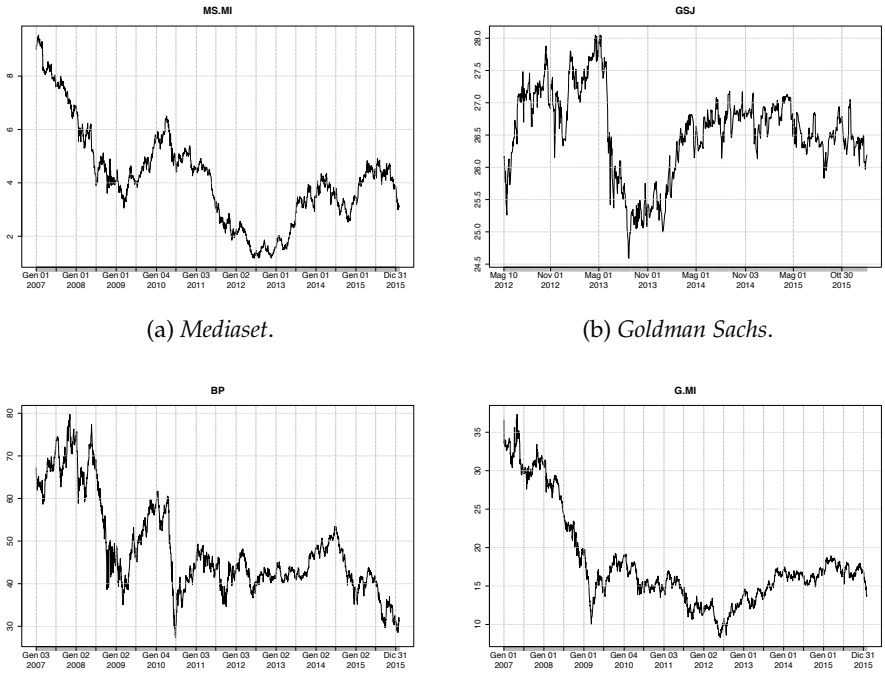
Definizione B.2 (*Serie storica*)**.** La serie storica (*time series*) è un segmento finito di una realizzazione di un processo stocastico (cfr. figura B.1).

Nota B.1 (*Serie storiche economiche*)**.** Per le variabili economiche e finanziarie si ha a disposizione solamente una sola serie storica relativa ad un'unica realizzazione tra le infinite determinazioni che il processo stocastico può generare. Di conseguenza, è possibile fare inferenza sulle possibili realizzazioni future di un processo stocastico solo definendo le proprietà statistiche che caratterizzano il processo stocastico medesimo (ad esempio la stazionarietà ed egordicità) e introducendo ipotesi relative alla dipendenza temporale delle singole realizzazioni (ad esempio la presenza di autocorrelazione seriale e/o di eteroschedasticità).

A questo punto risulterà evidente dell'importanza della specificazione del DGP quando, a partire da una serie storica, si vogliono analizzare, dal punto di vista dell'inferenza statistica, le dinamiche future della variabile di interesse. Più in particolare, nel caso del *pricing* delle opzioni, essendo queste ultime strumenti finanziari il cui valore deriva per la maggior parte dalle dinamiche future del prezzo del titolo sottostante (livello e volatilità), è evidente come sia necessario analizzare le proprietà che caratterizzano il *data generation process* del prezzo del sottostante, poiché tali proprietà si riflettono sui risultati del processo inferenziale e, quindi, anche sulla stima del valore dell'opzione. Ancora, come precedentemente si è detto, definire le proprietà del DGP significa anche avanzare ipotesi distributive sul prezzo dell'*underlying asset* e, di conseguenza, anche sul suo tasso di variazione. Ne deriva che, così come per ogni altro modello statistico, l'affidabilità e la robustezza di un modello di *option pricing*, oltre che dalle tipologia delle altre assunzioni semplificatrici, deriva dalle ipotesi relative alle caratteristiche del processo stocastico che governa l'evoluzione dei prezzi del titolo sottostante: infatti, se tali caratteristiche non approssimano in maniera sufficientemente precisa tale andamento, l'output del modello non può che essere di dubbia affidabilità.

Prima di entrare nel merito del modello proposto da Black e Scholes, si ritiene analizzare graficamente le proprietà distributive dei prezzi dei titoli azionari e dei relativi rendimenti (calcolati come differenze logaritmiche dei prezzi che approssimano in modo sufficientemente preciso il rendimento periodale); a tal scopo sono stati considerati i prezzi giornalieri di chiusura aggiustati di quattro titoli azionari (Mediaset, Goldman Sachs, British Petroleum e Generali).

La Figura B.2 riporta i grafici dei prezzi aggiustati. Sulle relative serie storiche sono stati condotti il test di *Phillips-Perron* (PP test), il test di *Kwiatkowsky-Phillips-Schmidt-Shin* (KPSS test) e l'*Augmented Dickey-Fuller* test (ADF test) per verificarne la



(a) *Mediaset*.

(b) *Goldman Sachs*.

(c) *British Petroleum*.

(d) *Generali*.

Figura B.2: *Stock price*

stazionarietà nei livelli. I risultati ottenuti sono riportati nella Tabella B.1 e sono così interpretabili:

a) il PP test e l'ADF test hanno portato ad accettare l'ipotesi nulla presenza di radici unitarie (non stazionarietà nei livelli);

b) il KPSS test ha condotto verso il rifiuto dell'ipotesi nulla di stazionarietà e all'accettazione dell'ipotesi alternativa di non stazionarietà.

Si tratta, pertanto, di serie storiche il cui andamento segue un processo stocastico integrato di primo ordine $I(1)$[1]. Tale categoria di processi stocastici si differenzia da quelli stazionari (almeno in covarianza) per il fatto che il momento secondo delle variabili aleatorie che compongono il processo stocastico dipende dal tempo. Come conseguenza di ciò, la varianza del processo si incrementa al crescere dell'indice t. Per dimostrare quanto affermato, si consideri il processo *random walk* rappresentato in Figura B.1 e definito come:

$$X_t = X_{t-1} + \epsilon_t \qquad \epsilon_t \sim i.i.d.\ WN(0; \sigma^2). \tag{B.4}$$

[1]La conferma relativa all'effettivo ordine di integrazione del processo sarà data successivamente durante l'analisi delle differenze prime logaritmiche della serie dei prezzi aggiustati.

Phillips-Perron Test	**MS.MI**	**GSJ**	**BP**	**G.MI**
Dickey-Fuller Z (α)	-6.883	-13.561	-16.769	-6.7528
Truncation lag	8	6	8	8
Asympt. p Value (=)	0.7258	0.3532	0.1744	0.7331
KPSS Test	**MS.MI**	**GSJ**	**BP**	**G.MI**
KPSS Level	4.8779	10.058	2.4019	7.4851
Truncation lag	11	7	11	11
Asympt. p Value (<)	0.01	0.01	0.01	0.01
Augmented Dickey-Fuller Test	**MS.MI**	**GSJ**	**BP**	**G.MI**
Dickey-Fuller	-2.2305	-2.2839	-3.0429	-1.7421
Lag order	13	9	13	13
Asympt. p Value (=)	0.4807	0.4581	0.1368	0.6875

Tabella B.1: *Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test (price)*

Procedendo per sostituzioni successive del termine X_{t-1} dell'equazione B.4 con la sua formulazione analitica $X_{t-1} = X_{t-2} + \epsilon_{t-1}$, ricavata ritardando di un periodo la stessa Equazione B.4 fino al momento iniziale $t = t_0$, il processo *random walk* può essere riscritto come:

$$X_t = X_0 + \epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3 + \cdots + \epsilon_t \tag{B.5}$$

oppure come:

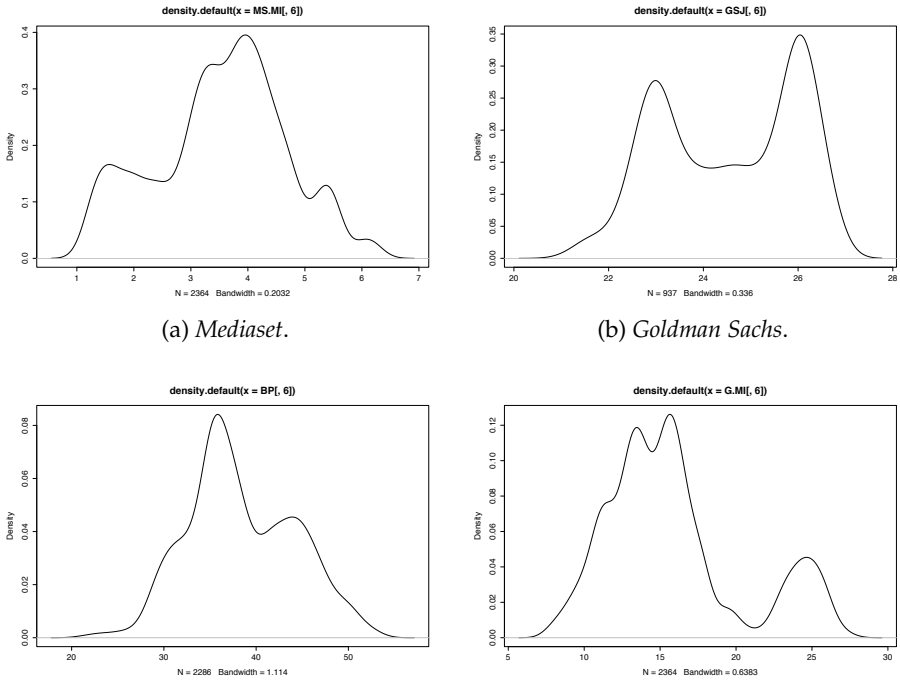
$$X_t = X_0 + \sum_{\tau=0}^{t-1} \epsilon_{t-\tau} \qquad \epsilon_t \sim i.i.d.\ WN(0;\sigma^2). \tag{B.6}$$

Passando alla determinazione dei momenti, la media del processo è ricavabile analiticamente attraverso l'assunzione distributiva sui termini di errore ϵ_t riportata nell'Equazione B.4; infatti, si ha che:

$$\mathbb{E}[X_t] = \mathbb{E}\left[X_0 + \sum_{\tau=0}^{t-1} \epsilon_{t-\tau}\right] = \mathbb{E}[X_0] + \mathbb{E}\left[\sum_{\tau=0}^{t-1} \epsilon_{t-\tau}\right] = \mathbb{E}[X_0] = x_0 \notin \infty. \tag{B.7}$$

Per quanto riguarda il momento secondo del processo, invece, quest'ultimo è esprimibile attraverso la seguente formulazione ricavata sostituendo a X_t la sua formulazione rappresentata dall'Equazione B.6 e tenendo conto del risultato ottenuto nell'Equazione B.7:

$$\mathbb{E}[(X_t - x_0)^2] = \mathbb{E}\left[\left(x_0 + \sum_{\tau=0}^{t-1} \epsilon_{t-\tau} - x_0\right)^2\right] = \mathbb{E}\left[\left(\sum_{\tau=0}^{t-1} \epsilon_{t-\tau}\right)^2\right] = t\sigma^2. \tag{B.8}$$



(a) *Mediaset*. (b) *Goldman Sachs*.

(c) *British Petroleum*. (d) *Generali*.

Figura B.3: *Density stock price*

Jarque-Bera Test	**MS.MI**	**GSJ**	**BP**	**G.MI**
Statistic X-squared	32.8025	289.2739	76.811	34.6769
Asymptotic p Value	7.534e-08	< 2.2e-16	< 2.2e-16	2.951e-08

Tabella B.2: *Jarque-Bera Test (price)*

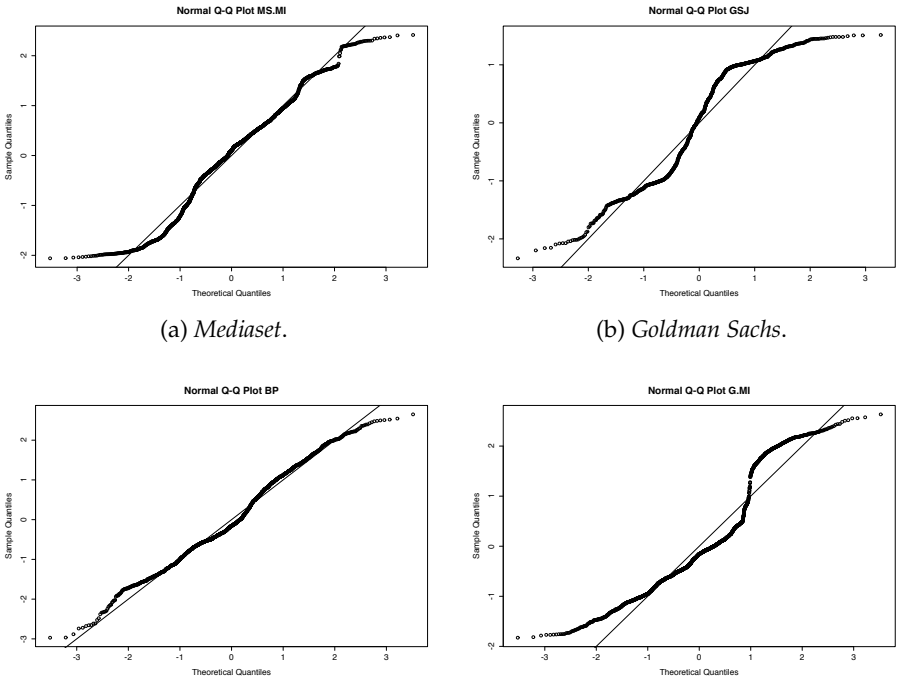
Proseguendo oltre, calcolando il limite del risultato ottenuto con l'Equazione B.8, si ottiene che:

$$\lim_{t\to+\infty} \mathbb{E}[(X_t - x_0)^2] = \lim_{t\to+\infty} t\sigma^2 = +\infty. \tag{B.9}$$

Il risultato ottenuto con l'Equazione B.9 conferma, dunque, quanto si è precedentemente detto in relazione al momento secondo di un processo stocastico integrato.

Nelle Figure B.3 e B.4, invece, si riportano rispettivamente i grafici delle funzioni di densità empiriche e i Q-Q Plot delle serie dei prezzi dei titoli in esame.

In Tabella B.2 si riportano anche i risultati del test di *Jarque-Bera* per la normalità della serie. Il risultato del test, come da attese, rifiuta con forza l'ipotesi nulla di normalità per la serie dei prezzi di tutti i titoli.



(a) *Mediaset*. (b) *Goldman Sachs*.

(c) *British Petroleum*. (d) *Generali*.

Figura B.4: *Q-Q plot stock price*

Passando oltre, la Figura B.5 rappresenta i rendimenti azionari dei titoli analizzati. Come risulta evidente si tratta di serie storiche il cui sviluppo segue un processo che differisce in modo sostanziale da punto di vista statistico rispetto a quello che governa la serie dei prezzi.

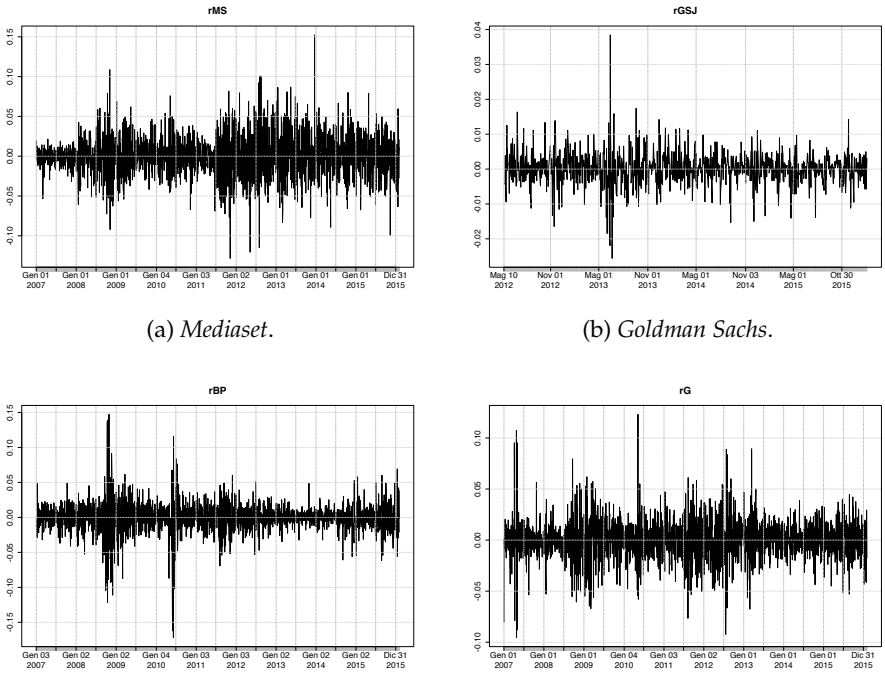
Al fine di verificare quanto precedentemente affermato, di seguito si riportano i risultati dei test di stazionarietà condotti (cfr. Tabella B.3). Questi ultimi hanno dimostrato che le serie dei rendimenti sono serie stazionarie in covarianza nei livelli (o, in altri termini, che sono integrate di ordine zero). Né deriva che il processo stocastico generatore dei dati presenti almeno le seguenti proprietà:

$$\mathbb{E}(X_t) = \mu \qquad \forall t \in \zeta \tag{B.10}$$

$$\mathbb{E}(X_t - \mu)^2 = \sigma^2 \notin \infty \qquad \forall t \in \zeta \tag{B.11}$$

$$\mathbb{E}[(X_t - \mu)(X_{t-k} - \mu)] = \gamma_k \qquad \forall t \in \zeta,\ \forall k \in \mathbb{Z} \tag{B.12}$$

Di particolare interesse è la condizione richiesta dall'Equazione B.11. Essenzialmente, essa richiede che la varianza del processo stocastico sia indipendente dal tempo e che sia finita. Ciò, intuitivamente, ha un impatto molto pesante nel momento in cui si vuole utilizzare un modello a fini previsionali su un data variabile di interesse. Un



(a) *Mediaset*.

(b) *Goldman Sachs*.

(c) *British Petroleum*.

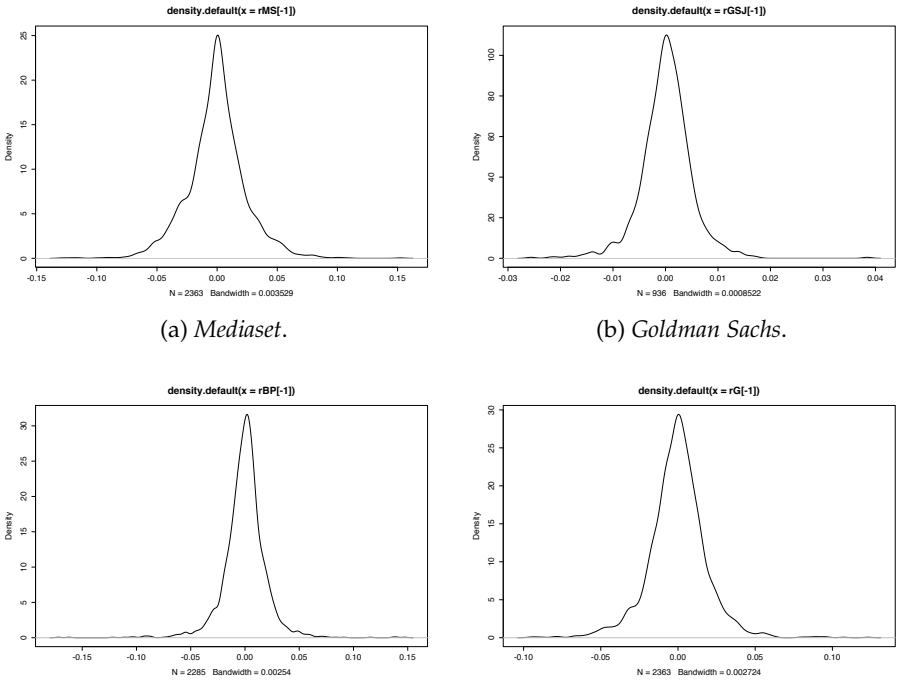
(d) *Generali*.

Figura B.5: *Stock return*

Phillips-Perron Test	**r(MS.MI)**	**r(GSJ)**	**r(BP)**	**r(G.MI)**
Dickey-Fuller Z (α)	-2155.8	-851.15	-2329.8	-2370.3
Truncation lag	8	6	8	8
Asympt. p Value (<)	0.01	0.01	0.01	0.01
KPSS Test	**r(MS.MI)**	**r(GSJ)**	**r(BP)**	**r(G.MI)**
KPSS Level	0.15521	0.085019	0.031682	0.15784
Truncation lag	11	7	11	11
Asympt. p Value (>)	0.1	0.1	0.1	0.1
Augmented Dickey-Fuller Test	**r(MS.MI)**	**r(GSJ)**	**r(BP)**	**r(G.MI)**
Dickey-Fuller	-12.756	-10.454	-12.261	-12.792
Lag order	13	9	13	13
Asympt. p Value (<)	0.01	0.01	0.01	0.01

Tabella B.3: *Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test (return)*

esempio di processo stazionario è il processo *white noise* $x_t \sim WN(0, \sigma^2)$ (cfr. Figura B.1).



(a) *Mediaset*.

(b) *Goldman Sachs*.

(c) *British Petroleum*.

(d) *Generali*.

Figura B.6: *Density stock return*

Jarque-Bera Test	**r(MS.MI)**	**r(GSJ)**	**r(BP)**	**r(G.MI)**
Statistic X-squared	630.5325	1405.6883	11435.628	1554.685
Asymptotic p Value	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16	< 2.2e-16

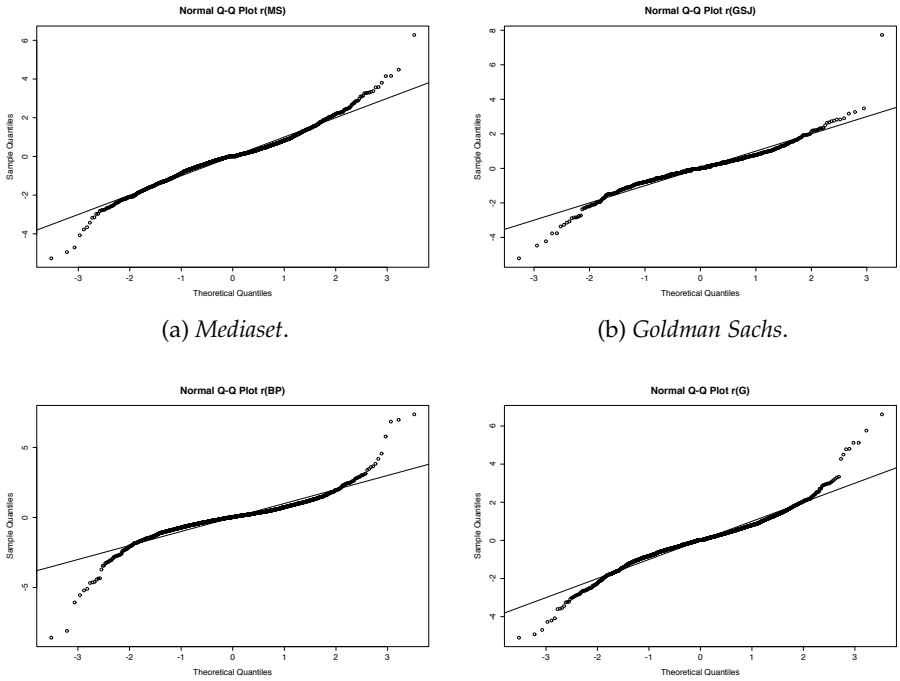
Tabella B.4: *Jarque-Bera Test (return)*

I grafici delle densità empiriche e i Q-Q Plot delle serie dei rendimenti sono riportati rispettivamente nelle Figure B.6 e B.7.

Da ultimo, nella Tabella B.5, sono riportate le principali statistiche descrittive rispettivamente della serie storica dei prezzi dei titoli azionari e dei rendimenti giornalieri. Tali statistiche confermano, ancora una volta, le considerazioni relative alle forme distributive delle serie analizzate (cfr. Figure B.4 e B.7). Infatti, sulla base delle analisi che sono state condotte, è possibile concludere che:

a) i dati relativi ai prezzi azionari seguono un processo integrato di ordine uno (come può essere, ad esempio, il processo *random walk* o il moto browniano geometrico adottato da Black e Scholes)[2] la cui distribuzione di probabilità non

[2]E' stato possibile concludere che la serie dei prezzi abbia una sola radice unitaria (non stazionarietà nei livelli e stazionarietà nelle differenze prime) poiché i rendimenti calcolati come differenze prime



(a) *Mediaset*. (b) *Goldman Sachs*.

(c) *British Petroleum*. (d) *Generali*.

Figura B.7: *Q-Q plot stock return*

può essere assunta normale (vedere i valori di asimmetria e curtosi in Tabella B.5);

b) le serie storiche dei rendimenti sono generate da un processo stocastico stazionario (ad esempio da un processo *white noise* o da un processo della classe ARIMA(p, 0, q) che si differenziano essenzialmente per l'egordicità del processo e per le diverse forme di autocorrelazione seriale) la cui densità empirica è caratterizzata da asimmetria e da leptocurtosi se confrontata con la densità teorica di una distribuzione normale.

Altre caratteristiche delle serie storiche dei rendimenti azionari sono la c.d. *volatility clustering* (o "eteroschedasticità condizionata autoregressiva") e la presenza del c.d. "effetto *leverage*" (cfr. Figura B.5). Il primo fenomeno, connesso alla presenza di distribuzione leptocurtica, consiste nell'alternarsi di ampi periodi caratterizzati da elevate fluttuazioni del mercato e di periodi in cui tali fluttuazioni sono ridotte. Più precisamente, si tratta di un fenomeno persistente in cui è possibile osservare una covarianza positiva molto elevata tra periodi ad elevata volatilità. In altri termini, in presenza di *volatility clustering*, ad ampie fluttuazioni di mercato tendono a seguire fluttuazioni altrettanto ampie. Per quanto riguarda l'effetto *leverage*, quest'ultimo può essere definito come la tendenza delle variazioni dei prezzi ad essere correlate negativamente

logaritmiche dei prezzi sono stazionari nei livelli, posto che la trasformazione logaritmica della serie dei prezzi non influisce sul relativo grado di integrazione.

Descriptive Stat.	MS.MI	GSJ	BP	G.MI
Mean	3.53	24.54	38.40	15.84
Median	3.65	24.67	37.49	15.14
Std. Dev.	1.15	1.47	5.81	4.50
Skewness	-0.14	-0.19	0.18	0.85
Kurtosis (excess)	-0.50	-1.35	-0.49	-0.05
Minimum	1.16	21.11	21.13	7.62
Maximum	6.31	26.76	53.80	27.69
1st. Quartile	2.84	23.09	34.63	7.62
3rd. Quartile	4.27	25.99	43.02	27.69
Descriptive Stat.	**r(MS.MI)**	**r(GSJ)**	**r(BP)**	**r(G.MI)**
Mean	-0.0003	0.0002	-0.0001	-0.0003
Median	0.0000	0.0004	0.0005	0.0000
Std. Dev.	0.0243	0.0049	0.0200	0.0186
Skewness	0.0867	0.0701	-0.4336	0.1059
Kurtosis (excess)	2.5199	5.9827	10.9129	3.9621
Minimum	-0.1283	-0.0256	-0.1720	-0.0956
Maximum	0.1523	0.0384	0.1472	0.1472
1st. Quartile	-0.0128	-0.0023	-0.0089	-0.0098
3rd. Quartile	0.0120	0.0027	0.0088	0.0094

Tabella B.5: *Descriptive Statistic*

con le variazioni della volatilità. Ciò accade, sostanzialmente, perché la diminuzione dei prezzi dell'equity porta a ridimensionare la consistenza del patrimonio (valutato a valori di mercato) delle aziende: tale evidenza, a parità di passività, conduce verso un aumento del tasso d'indebitamento (*leverage*), da cui deriva un aumento della rischiosità dell'azienda medesima, ovvero maggior volatilità del prezzo delle azioni da quest'ultima emesse. Come risulta evidente, si tratta di fenomeni che riguardano lo studio del momento secondo di un processo stocastico (modellabile attraverso modelli GARCH(p, q) e relative varianti); pertanto, in modo analogo alle considerazioni relative alla media del processo che sono state volutamente omesse, si tratta di argomentazioni che esulano dalla finalità del presente approfondimento, il quale si propone di sottolineare l'importanza delle assunzioni relative al DGP delle variabili di un modello statistico come quello di *option pricing* proposto da Black e Scholes o come quello per la stima della *default probability* degli emittenti quotati elaborato da Vasicek.

Appendice C

Lemma di Itô

A partire da uno dei risultati ottenuti nella Sezione 3.1.1.1 (Equazioni 3.14 e 3.13) si ha che gli incrementi di un processo di Wiener generalizzato (o processo di Itô) sono definiti come:

$$d\chi_t = \left\{a(\chi_t\,,\,t)dt + b(\chi_t\,,\,t)d\mathcal{W}_t\right\}, \qquad \chi_{t=0} = \chi_0 \tag{C.1}$$

in cui $a(\chi_t\,,\,t)$ e $b(\chi_t\,,\,t)$ sono rispettivamente il *drift rate* e *variance rate* e $d\mathcal{W}_t$ l'incremento di un processo di Wiener base.

Lemma C.1 (*Lemma di Itô*)**.** Sia χ_t un processo di Itô e $h : [0,\infty)\times\mathbb{R} \longrightarrow \mathbb{R}$ una funzione di classe C^2, ovvero continua e derivabile due volte con derivata seconda anch'essa continua. Se tale condizione è rispettata, allora si ha che:

a) $h(\chi_t\,,\,t)$ rappresenta ancora una volta un processo di Itô;

b) $dh(\chi_t\,,\,t) = \left(a(\chi_t\,,\,t)\dfrac{\partial h}{\partial \chi} + \dfrac{\partial h}{\partial t} + \dfrac{1}{2}\Big(b(\chi_t\,,\,t)\Big)^2\dfrac{\partial^2 h}{\partial \chi^2}\right)dt + b(\chi_t\,,\,t)\dfrac{\partial h}{\partial \chi}d\mathcal{W}_t.$

Nota C.1 (*Rilevanza del Lemma di Itô in finanza*)**.** Il Lemma di Itô rappresenta uno strumento del calcolo stocastico con vaste applicazioni in finanza quantitativa poiché permette di determinare, per una data equazione differenziale stocastica $u(Y_t\,,\,t)$ che spiega l'andamento di una generica v.c. Y, una qualunque funzione di u purché essa sia derivabile almeno due volte rispetto a Y_t e almeno una volta rispetto a t. Ciò non consente solamente di applicare il modello di Merton attraverso l'Equazione 3.34, ma consente anche di calcolare il valore delle c.d. greche (Δ, Γ, V, Θ e *rho*) che, come noto, sono alla base delle conoscenze sugli strumenti finanziari derivati.

Dimostrazione. La dimostrazione del Lemma C.1 è basata sull'espansione di Taylor troncata al secondo ordine della funzione $u(Y_t\,,\,t)$ poiché gli ordini superiori al secondo sono considerati di entità trascurabile. □

Bibliografia

[1] Acerbi, Carlo e Tasche, Dirk (2001), *"Expected Shortfall: a natural coherent alternative to Value at Risk"* (citato a pagina 18).

[2] Acerbi, Carlo e Tasche, Dirk (2002), *"On the coherence of Expected Shortfall"* (citato a pagina 18).

[3] Allen, David e Powell, Robert (2011), *"Credit risk measurement methodologies"*, Edith Cowan University, Research Online (non citato).

[4] Altman, Edward (1968), *"Financial Ratios, Discriminant Analysis, and the Prediction of Corporate Bankruptcy"*, Journal of Finance, n. 23, p. 589-609 (citato a pagina 251).

[5] Altman, Edward (2000), *"Predicting financial distress of companies: revisiting the z-score and zeta® models"*, Stern School of Business, New York University, disponibile a http://people.stern.nyu.edu/ealtman/Zscores.pdf (non citato).

[6] Altman, Edward (2002), *"Revisiting credit scoring models in a Basel 2 environment"*, London Risk Books (non citato).

[7] Altman, Edward (2006), *"Default Recovery Rates and LGD in Credit Risk Modeling and Practies: And Updated Reviews of the Literature and Empirical Evidence"* (non citato).

[8] Altman, Edward e Brady, Brooks e Resti, Andrea e Sironi, Andrea (2002), *"The Link between Default and Recovery Rates: Implication for Credit Risk Models and Procyclicality"*, disponibile a http://archive.nyu.edu/fda/bitstream/2451/26764/2/S-CDM-02-09.pdf (non citato).

[9] Altman, Edward e Kishore, V. M. (1996), *"Almost Everything You Wanted to Know about Recoveries on Defaulted Bonds"*, Financial Analysts Journal, November-Dicember (citato alle pagine 71 e 79).

[10] Altman, Edward e Resti, Andrea e Sironi, Andrea (2003), *"Default Recovery Rates in Credit Risk Modeling: A Review of the Literature and Empirical Evidence"*, disponibile a http://people.stern.nyu.edu/ealtman/Review1.pdf (non citato).

[11] Andersson, Andreas e Vanini, Paolo (2009), *"Credit Migration Risk Modelling"*, National Centre of Competence in Research Financial Valuation and Risk Management, Working Paper, n. 539, disponibile a http://www.econbiz.de/archiv1/2010/100877_credit_migration_risk.pdf (non citato).

[12] Arora, Navneet e R. Bohn, Jeffrey e Zhu, Fanlin (2005), *"Reduced Form vs. Structural Models of Credit Risk: A Case Study of Three Models"*, Moody's KMV Company, disponibile a http://www.planchet.net/EXT/ISFA/1226.nsf/d512ad5b22d73cc1c1257052003f1aed/bed8a147e3c08a41c125757a004f67ba/\protect\T1\textdollarFILE/Arora_Bohn_Zhu_reduced_structural_20050217.pdf (non citato).

[13] Artzner, Philippe e Delbaen, Freddy e Eber, Jean-Marc e Heath, David (1999), *"Coherent measures of risk"*, Mathematical Finance, Vol. 9, Issue 3, p. 203-228, disponibile ahttps://people.math.ethz.ch/~delbaen/ftp/preprints/CoherentMF.pdf (citato alle pagine 18, 24, 113, e 158).

[14] Banca d'Italia (2000), *"Modelli per la gestione del rischio di credito. I "ratings" interni"* (non citato).

[15] Banca d'Italia, *"Istruzioni di vigilanza per le banche"*, Circolare n. 229 del 21 aprile 1999 (aggiornamento n. 13 del 10 aprile 2007) (non citato).

[16] Banca d'Italia, *"Centrale dei rischi. Istruzioni per gli intermediari creditizi"*, Circolare n. 139 dell'11 febbraio 1991 (aggiornamento n. 13 del 4 marzo 2010) (non citato).

[17] Banca d'Italia, *"Nuove disposizioni di vigilanza per le banche"*, Circolare n. 263 del 27 dicembre 2006 (aggiornamento n. 15 del 2 luglio 2013) (non citato).

[18] Banca d'Italia, *"Disposizioni di vigilanza per le banche"*, Circolare n. 285 del 17 dicembre 2013 (aggiornamento n. 14 del 24 novembre 2015) (citato a pagina 171).

[19] Barro, Diana (2004), *"Un'introduzione ai modelli di rischio di credito per portafogli finanziari"*, Università Cà Foscari di Venezia, Dipartimento di matematica applicata, n. 124, disponibile a http://www.unive.it/media/allegato/DIP/Economia/Working_papers-ex-matematica-applicata/wp124-04.pdf (citato a pagina 115).

[20] Basel Committe of Banking Supervision (1999), *"Credit risk modeling: current pratices and applications"*, Basilea. (non citato).

[21] Basel Committe of Banking Supervision (2002), *"The standardised approach to credit risk"*, supporting document to the New Basel Capital Accord, Bank of International Settlements (non citato).

[22] Bharath, Sreedhar e Shumway, Tyler (2004), *"Forcasting Default with the KMV-Merton Model"* (citato a pagina 49).

[23] Black, Fischer e Scholes, Myron (1973), *"The Pricing of Option and Corporate Liabilities"*, The Journal of Political Economy, vol. 81, issue 3 (May - Jun), p. 637-654 (citato alle pagine 34, 35, 44, 50, 132, e 133).

[24] Bohn, J. R. (2006), *"Structural Modeling in Practice"*, Moody's KMV Company, disponibile a http://web-docs.stern.nyu.edu/salomon/docs/Credit2006/Bohn.pdf (citato a pagina 133).

[25] Rau-Bredow, Hans (2002), *"Credit Portfolio Modeling, Marginal Risk Contribution, and Granularity Adjustment"* (non citato).

[26] Carretta, Alessandro e Filotto, Umberto e Fiordelisi, Franco (2006), *"Informazione e governo di rischio di credito"*, Milano, Franco Angeli (non citato).

[27] Carty, L. e Lieberman, D. (1996), *"Corporate Bond Defaults and Default Rates 1938-1995"*, Moody's Investor Service, Global Credit Research (citato alle pagine 71 e 79).

[28] Cesaroni, Tatiana (2015), *"Procyclicality of credit rating systems: how to manage it"*, Banca d'Italia, Temi di Discussione (Working Papers), n. 1034 (citato a pagina 119).

[29] Comitato di Basilea per la vigilanza bancaria (2010), *"Basilea 3 - Schema di regolamentazione internazionale per il rafforzamento delle banche e dei sistemi bancari"*, aggiornamento a giugno 2011, disponibile a http://www.bis.org/publ/bcbs189_it.pdf (non citato).

[30] Cox, John. e Ingersoll, Jonathan. e Ross, Stephen (1985), *"A Theory of the Term Structure of Interest Rates"*, Econometrica, vol. 53, n. 2, p. 385-408, disponibile a http://www.ase.ro/upcpr/profesori/167/cox-ingersoll-ross.pdf (citato a pagina 48).

[31] Credit Suisse Financial Product (1997), *"CreditRisk+. A Credit Risk Management Framework."*, Londra, disponibile a http://www.macs.hw.ac.uk/~mcneil/F79CR/creditrisk.pdf (citato a pagina 115).

[32] Crosbie, Peter e R. Bohn, Jeffrey (2003), *"Modeling default risk - Modeling Methodology"*, KMV LLC, disponibile a http://www.macs.hw.ac.uk/~mcneil/F79CR/Crosbie_Bohn.pdf (citato alle pagine 133 e 135).

[33] Crouhy, Michel e Galai, Dan e Mark, Robert (2000), *"A comparative analysis of current credit risk models"*, Journal of Banking & Finance, vol. 24, p. 59-117, disponibile a http://www.ime.usp.br/~rvicente/risco/crouhy.pdf (citato alle pagine 116, 125, 128, 132, 133, 136, 138, 139, e 143).

[34] Delbaen, Eber (2000), *"Coherent Risk Measures on General Probability Spaces"*, disponibile a https://people.math.ethz.ch/~delbaen/ftp/preprints/RiskMeasuresGeneralSpaces.pdf (citato a pagina 113).

[35] Delianedis, Gordon e Geske, Robert (2001), *"The Components of Corporate Credit Spreads: Default, Recovery, Tax, Jumps, Liquidity, and Market Factors"* (non citato).

[36] Dermine, Jean e Neto de Carvalho, Cristina (2005), *"Bank Loan Losses-Given-Default - a case study"* (citato a pagina 72).

[37] Duffie, Darrell e Pan, Jun (1997), *"An Overview of Value at Risk"* (non citato).

[38] Elizalde, Abel (2005), *"Credit Risk Models I: Default Correlation in Intensity Models"*, disponibile a ftp://ftp.cemfi.es/wp/06/0605.pdf (non citato).

[39] Elizalde, Abel (2005), *"Credit Risk Models II: Structural Models"* (non citato).

[40] Elizalde, Abel (2005), *"Credit Risk Models III: Reconciliation Reduced - Structural Models"*, disponibile a http://www.cemfi.es/ftp/wp/0607.pdf (non citato).

[41] Embrechts, Paul (2003), *"Rating-based credit risk models"*, London Business School of Economics, disponibile a ftp://ftp.math.ethz.ch/users/embrecht/em03_rating.pdf (non citato).

[42] Embrechts, Paul e Resnick, Sidney I. e Samorodnitsky, Gennady (1999), *"Extreme Value Theory as a Risk Management Tool"*. North American Actuarial Journal, Vol. 3, n. 2, disponibile a http://www.casact.org/library/studynotes/Embrechts_ExtremeValue.pdf (non citato).

[43] Fishman, G. (1997), *"Monte Carlo: Concepts, Algorithms, and Applications"*, Springer Series in Operations Reasearch, Springer (citato a pagina 128).

[44] Föllmer, Hans e Schied, Alexander (2002) *"Convex measures of risk and trading constraints"*, disponibile a http://edoc.hu-berlin.de/series/sfb-373-papers/2001-71/PDF/71.pdf (non citato).

[45] Frittelli, Marco e Rosazza Giannin, Emanuela (2002), *"Putting order in risk measures"*, Journal of Banking & Finance, vol. 26, p. 1473-1486, disponibile a http://users.mat.unimi.it/users/frittelli/pdf/ConvexRiskMeasureJBF2002.pdf (citato a pagina 113).

[46] Frittelli, Marco e Rosazza Giannin, Emanuela (2005), *"Law Invariant Convex Risk Measures"*, Advances in Mathematical Economics, Vol. 7, p- 42-53, disponibile a http://www.mat.unimi.it/users/frittelli/pdf/LawInvariantAME2005.pdf (non citato).

[47] Glasserman, Paul (1999), *"Value at Risk (A)"*, Columbia Business School (non citato).

[48] Gordy, Michael (2000), *"A comparative anatomy of credit risk models"*, Journal of Banking & Finance, n. 24, p. 119-149 (non citato).

[49] Gupton, Greg M. e Finger, Christopher C. e Bhatia, Mickey (1997), *"CreditMetrics™ - Technical Document"* (citato alle pagine 82, 105, 107, 115, 116, e 120).

[50] Gupton, G. M. e Gates, D. e Carty, L. V. (2000), *"Bank Loan Loss Given Default"*, Moody's Investor Service, Global Credit Research (citato a pagina 71).

[51] Gupton, G. M. e Stein R. M. (2002), *"LossCalc: Moody's Model for Predicting Loss Given Default (LGD)"*, Moody's Investor Service (citato a pagina 74).

[52] Hamilton, D. T. e Cantor, R. e Ou, S. (2002), *"Default and Recovery Rates of Corporate Bond Iussuers: A Statistical Review of Moody's Ratings Performance 1970-2001"*, Moody's Investor Service, Global Credit Research (citato a pagina 71).

[53] Ho, Thomas e Lee, Sang-Bin (1986), *"Term Structure Movements and Pricing Interest Rate Contingent Claim"*, Journal of Finance, vol. 41, p. 1011-1029, disponibile a http://efinance.org.cn/cn/FEshuo/19861203Term%20Structure%20Movements%20and%20Pricing%20Interest%20Rate%20Contingent%20Claims,%20pp..pdf (citato a pagina 48).

[54] Hull, John C. (2009), *"Opzioni, futures e altri derivati"*, Pearson Education Italia (citato a pagina 134).

[55] Hull, John C. (2015), *"Risk management e istituzioni finanziarie"*, Luiss University Press (citato a pagina 119).

[56] Hull, John e Nelken, Izzy e White, Alan (2004), *"Merton's Model, Credit Risk, and Volatility Skews"*, Journal of Credit Risk, vol. 1, n. 1, p. 1-27, disponibile a http://www.riskwaters.com/jcr/freepdfs/v1n1_Hull.pdf (citato a pagina 45).

[57] Hull, John e White, Alan e L. Rotman, Joseph (2006), *"Valuating Credit Derivatives Using an Implied Copula Approach"*, Journal of Derivatives (non citato).

[58] Hull, John e White, Alan (1990), *"Pricing Interest-Rate Derivative Securities"*, The Review of Financial Studies, vol. 3, n. 4, p. 573-592, disponibile a http://down.cenet.org.cn/upfile/36/2004812133159175.pdf (citato a pagina 48).

[59] Jaworski, Piotr e Härdle, Wolfgang e Durante, Fabrizio e Rychlik, Tomasz (2009), *"Copula Theory and Its Applications"*, Springer (non citato).

[60] JP Morgan (1996), *"RiskMetrics™- Technical Document"*, disponibile a https://www.msci.com/documents/10199/5915b101-4206-4ba0-aee2-3449d5c7e95a (citato a pagina 17).

[61] JP Morgan (1997), *"Introduction to CreditMetrics™"* (citato alle pagine 79, 116, e 120).

[62] Kealhofer, Stephen (1998), *"Portfolio Management of Default Risk"*, KMV Corporation (citato alle pagine 52, 54, e 132).

[63] Kealhofer, Stephen e Bohn, Jeffrey R. (2001), *"Portfolio management of default risk"*, disponibile a http://mx.nthu.edu.tw/~jtyang/Teaching/Risk_management/Papers/Models/Portfolio%20Management%20of%20Default%20Risk.pdf, KMV LLC (citato a pagina 132).

[64] Kealhofer, Stephen e Kwok, Sherry e Weng, Wenlong (1998), *"Uses and Abuses of Bond Default Rates"*, KMV Corporation, disponibile a http://www.johnmingo.com/pdfdocs/usesabusesofdefKealh811.pdf (citato a pagina 141).

[65] Koyluoglu, H. Ugur e Hickman, Andrew (1998), *"A Generalized Framework for Credit Risk Portfolio Models"* (non citato).

[66] Kusuoka, Shigeo (2001) *"On law invariant coherent risk measures"*, disponibile a http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~kyodo/kokyuroku/contents/pdf/1215-14.pdf (non citato).

[67] Lando, David (2004), *"Credit Risk Modeling. Theory and Applications"*, Princeton University Press (non citato).

[68] Lopez, Jose e R. Saidenberg, Marc (2000), *"Evaluating Credit Risk Models"*, Journal of Banking & Finance, n. 24, p. 151-165 (non citato).

[69] Lu, Y. S. (2008), *"Default Forecasting in KMV"*, Master of Science Thesis, University of Oxford, disponibile a http://eprints.maths.ox.ac.uk/713/1/Default_Forecasting_in_KMV_S_Lu.pdf (citato a pagina 134).

[70] Marling, Hannes e Emanuelsson, Sara (2012), *"The Markowitz Portfolio Theory"*, disponibile a http://www.math.chalmers.se/~rootzen/finrisk/gr1_HannesMarling_SaraEmanuelsson_MPT.pdf (citato a pagina 5).

[71] Markowitz, Harry (1952), *"Portfolio Selection"*, The Journal of Finance, Vol. 7, n. 1, pp. 77-91, disponibile a https://www.math.ust.hk/~maykwok/courses/ma362/07F/markowitz_JF.pdf (citato a pagina 5).

[72] McNeil, Alexander e Embrechts, Paul e Straumann, Daniel (1999), *"Correlation and Dependence in Risk Management: Properties and Pitfalls"* (non citato).

[73] McNeil, Alexander e Frey, Rudiger (2003), *"Dependent Defaults in Models of Portfolio Credit Risk"* (non citato).

[74] McNeil, Alexander e Frey, Rudiger e Embrechts, Paul (2005), *"Quantitative Risk Management. Concepts, Techniques and Tools"*, Princeton University Press - Princeton and Oxford (citato a pagina 20).

[75] Merton, Robert C. (1973), *"On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates"*, disponibile a http://onlinelibrary.wiley.com/store/10.1111/j.1540-6261.1974.tb03058.x/asset/jofi3058.pdf?v=1&t=iljdoh46&s=d3888a9d63e36fd3fd74cebc77dfcea8a2a209a9 (citato alle pagine 34, 45, 49, 115, 124, e 132).

[76] Merton, Robert C. (1973), *"Theory of Rational Option Pricing"*, The Bell Journal of Economics and Management Science, vol. 4, n. 1, p. 141-183, disponibile a http://www.people.hbs.edu/rmerton/Theory%20of%20Rational%20Option%20Pricing.pdf (citato a pagina 34).

[77] Merton, Robert C. e Perold, André F. (1993), *"Theory of Risk Capital in Financial Firms"*, Continental Bank Journal of Applied Corporate Finance, vol. 6, n. 3, p. 16-32, disponibile a http://www.people.hbs.edu/rmerton/Theory%20of%20Risk%20Capital%20in%20Financial%20Firms.pdf) (citato a pagina 166).

[78] Mina, J. e Xsiao, J.Y. (2001), *"Return on Riskmetrics: The Evolution of a Standard"*, New York, Riskmetrics Group (citato a pagina 169).

[79] Modigliani, Franco e Miller, H. Merton (1958), *"The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investiment"*, The American Economic Review, Vol. 48, n. 3, pp. 261-297, disponibile a https://www2.bc.edu/~chemmanu/phdfincorp/MF891%20papers/MM1958.pdf (citato a pagina 9).

[80] Moody's Investor Service (2011), *"Corporate Default and Recovery Rates, 1920-2010"*, disponibile a http://efinance.org.cn/cn/FEben/Corporate%20Default%20and%20Recovery%20Rates,1920-2010.pdf (non citato).

[81] Moody's Investor Service (2011), *"Defaults and Recoveries for Financial Institution Debt Issuers, 1983 - 2010"* (citato alle pagine 31, 32, e 70).

[82] Moody's Investor Service (2015), *"Annual Default Study: Corporate Default and Recovery Rates, 1920-2014"* (non citato).

[83] Nardon, Martina (2004), *"Un'introduzione al rischio di credito"*, Università Cà Foscari di Venezia, Dipartimento di matematica applicata, n. 123, disponibile a http://www.unive.it/media/allegato/DIP/Economia/Working_papers-ex-matematica-applicata/wp123-04.pdf (citato a pagina 115).

[84] Paci, Sergio e Mottura, Paolo e Resti, Andrea e Zorzoli, Stefano e Bruno, Brunella (2009), *"Banca : economia e gestione"*, Milano, Egea (non citato).

[85] Parlamento europeo, *Direttiva 2013/36/EU del 26 giugno 2013* (non citato).

[86] Parlamento europeo, *Regolamento (UE) n. 575 del 26 giugno 2013* (citato a pagina 171).

[87] Resti, Andrea (2001), *"Misurare e gestire il rischio di credito nelle banche: una guida metodologica"*, Roma, Fondo Interbancario di Tutela dei Depositi (non citato).

[88] Resti, Andrea e Sironi, Andrea (2008), *"Rischio e valore nelle banche. Misura, regolamentazione, gestione"*, Egea, Milano (citato alle pagine 57, 73, 74, 76, 114, 119, e 156).

[89] Ruozi, Roberto e Bottiglia, Roberto (2011), *"Economia della banca"*, Milano, Egea (citato alle pagine 184 e 188).

[90] Saunders, Anthony e Allen, Linda (2002), *"Credit Risk measurement. New Approaches to Value at Risk and Other Paradigms"*, John Wiley & Sons, Inc. (non citato).

[91] Schönburcher, Philipp J. (2001), *"Factor Models for Portfolio Credit Risk"*, Bonn Econ Discussion Papers, n. 16 (non citato).

[92] Standard & Poor's *"Credit Week"*, 15 aprile 1996 (citato a pagina 105).

[93] Sharpe, William (1964), *"Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk"*, The Journal of Finance, Vol. 19, n. 3, pp. 425-442, disponibile a http://onlinelibrary.wiley.com/store/10.1111/j.1540-6261.1964.tb02865.x/asset/jofi2865.pdf?v=1&t=iljcmjhg&s=010e6cd3bffd9467d7ecdea6e2039a55d840022f (citato alle pagine 42, 73, 95, e 142).

[94] Van de Castle, K. e Keisman, D. (1999), *"Recovering Your Money: Insights Into Losses from Defaults"*, CreditWeek, Standard & Poor's (citato alle pagine 74, 75, 77, e 79).

[95] Van Gestel, Tony e Baesens, Bart (2009), *"Credit Risk Management. Basic Concepts: financial risk components, rating analysis, models, economic and regulatory capital"*, Oxford (non citato).

[96] Vasicek, Oldrich Alfons (1977), *"An Equilibrium Characterization of the Term Structure"*, Journal of Financial Economics, n. 5, p. 177-188, disponibile a http://down.cenet.org.cn/upfile/36/20053289147186.pdf (citato a pagina 48).

[97] Vasicek, Oldrich Alfons (1984), *"Credit Valuation"*, KMV Corporation (citato alle pagine 34 e 132).

[98] Vasicek, Oldrich Alfons (1987), *"Probability of Loss on Loan Portfolio"*, KMV LLC, disponibile a http://mx.nthu.edu.tw/~jtyang/Teaching/Risk_management/Papers/Models/Probability%20of%20Loss%20on%20Loan%20Portfolio.pdf (citato a pagina 132).

[99] Vasicek, Oldrich Alfons (2002), *"The Distribution of Loan Portfolio Value"* (citato a pagina 49).

[100] Wilson, T. C. (1997a), *"Portfolio Credit Risk (I)"*, Risk, Vol. 10, n. 9, p. 111-117 (citato a pagina 115).

[101] Wilson, T. C. (1997b), *"Portfolio Credit Risk (II)"*, Risk, Vol. 10, n. 10, p. 56-61 (citato a pagina 115).

[102] UniCredit s.p.a. (2015), *"INFORMATIVA DA PARTE DEGLI ENTI ai sensi del Regolamento (UE) n. 575/2013 - 31 dicembre 2015"* (citato alle pagine 238, 241, 245, 249, 254, 259, e 261).

Ringraziamenti

Giunto alla conclusione del presente lavoro, vorrei ringraziare i miei genitori, Barbara e Giorgio, che da sempre mi hanno sostenuto ed incoraggiato nei momenti difficili, in cui la stanchezza iniziava a farsi sentire. Li ringrazio anche per la considerazione, la fiducia in me e nel raggiungimento di un obiettivo ricco di ostacoli e difficoltà, nonché per lo sforzo costante di immedesimarsi e di comprendere ogni singolo aspetto del percorso che oramai ho portato a compimento.

Non posso che ringraziare mio zio Luciano, uomo di poche parole e di molti sorrisi, per l'interessamento vero e l'orgoglio che traspare dai suoi semplici gesti.

Con profonda ammirazione, ringrazio anche il prof. Simone Mazzonetto che mi ha accompagnato nella stesura di questo lavoro e che, con infinita pazienza e disponibilità, mi ha fatto sentire importante, dimostrando in ogni momento di credere nelle mie capacità. Non ci sono parole per esprimere la mia gratitudine per la considerazione e l'interesse dimostratomi, per le innumerevoli ore trascorse assieme e per aver condiviso con me la sua esperienza e la sua conoscenza, arricchendomi sia dal punto di vista professionale che umano e permettendomi di mantenere il contatto con la realtà in ogni singola pagina.

Con mio grande piacere, inoltre, mi sento di ringraziare Marco, amico caro e fidato, per i suoi pareri e consigli in tutti questi anni e Alessandro, amico di una vita, con cui ho condiviso molte passioni ed esperienze.

Infine, vorrei ringraziare tutti coloro che, anche inconsapevolmente, in vario modo hanno contribuito a supportarmi negli ultimi anni.