

**Tesi di laurea triennale**

**Dipartimento di Impresa e Management**

**Corso di laurea in Economia e Management**

**Cattedra:** Matematica Finanziaria

**Titolo:**

“Il Rischio di Credito: Approcci Storici ed Innovativi per La Misurazione del rischio.”

**Relatore:**

Prof.ssa Paola Fersini

**Candidato:**

Francesco Federigi

Matr: 261171

# Sommario

<i>Introduzione</i> .....	<b>3</b>
<b>1. Il Concetto di Rischio di Credito in Generale.</b> .....	<b>5</b>
<b>1.2 Comitato di Basilea per la Vigilanza Bancaria</b> .....	<b>7</b>
1.2.1 Introduzione all'Accordo di Basilea .....	8
<b>1.3 Dal Basilea 1 al Basilea 2 (1988): obiettivi e limiti;</b> .....	<b>9</b>
1.3.1 <i>I Pilastri Del Basilea I e del Basilea II</i> .....	14
1.3.2 L'Approccio Standard.....	19
1.3.3 Internal Rating Based Approach.....	20
1.3.4 Perdita attesa .....	22
<b>1.4 Accordo di Basilea 3</b> .....	<b>24</b>
1.4.1 Trattamento del Credito di rischio di controparte. ....	28
<b>2. Il Rischio di Credito; dentro la valutazione del Credito.</b> .....	<b>32</b>
<b>2.1. Credit Risk Management</b> .....	<b>35</b>
<b>2.2 Metodi per la Valutazione del Credito</b> .....	<b>38</b>
2.2.1 CRF e Metodo Logica Fuzzy .....	40
2.2.2 Alberi di Decisione.....	42
2.2.3 Modello Analitico; DuPont Method.....	44
2.2.4 Credit Scoring Models: Metodo Altman.....	46
2.2.5 Modello Logit.....	49
2.2.6 Modello Probit.....	53
2.2.7 Merton Model.....	54
2.2.8 Modello Longstaff-Schwartz .....	57
<b>2.3 Credit Assessment</b> .....	<b>59</b>
<b>3. Indicatori chiave e metriche per il monitoraggio del rischio di Credito</b> .....	<b>63</b>
<b>3.1 PD, LGD e RR; che ruolo hanno nei modelli strutturali?</b> .....	<b>63</b>
3.1.1 Loss Given Default; dentro il Default.....	66
3.1.2 LGD e EAD.....	69
<b>3.2 AI and Machine Learning in Credit Risk</b> .....	<b>70</b>
<b>3.3 Stress Test</b> .....	<b>79</b>
<i>Conclusione</i> .....	<b>85</b>
<i>Bibliografia e sitografia</i> .....	<b>86</b>

## **Introduzione**

Il Rischio di Credito è uno tra gli argomenti più trattati nella letteratura bancaria e finanziaria. La sua valutazione e applicazione, ha chiamato all'opera non solo economisti e macroeconomisti, ma persino ingegneri, matematici, giuristi, si sono applicati per lo studio del Rischio di Credito. Il concetto di Rischio di Credito, come il concetto di Rischio in generale, risale a molti anni prima dell'avvento della borsa o delle banche, e si posiziona tra quei concetti che riguardano la quotidianità e il libero scambio fra le persone. Se andiamo ad analizzare il significato di Rischio di Credito, ovvero la probabilità che la controparte non rispetti gli obblighi contrattuali, possiamo immaginarci come in una realtà non regolamentata basata sul baratto o su una moneta appena coniata, possa aver preoccupato le persone dell'epoca nella gestione e valutazione di quest'ultimo.

In particolare, il Rischio di Credito è un aspetto cruciale delle operazioni degli istituti finanziari, caratterizzato dall'incertezza del debitore di rispettare le sue obbligazioni finanziarie. La gestione e l'accurata valutazione del rischio di credito sono fondamentali per mantenere stabilità e profittabilità nelle istituzioni di prestito. Di conseguenza, nei capitoli successivi tratteremo gli argomenti fulcro del rischio di credito, come il credit risk modelling e la gestione del rischio di credito.

Il Rischio di Credito comprende il rischio associato con il default del debitore, come anche le potenziali perdite in caso di qualsiasi diminuzione nell'affidabilità creditizia del debitore durante il periodo di prestito. Il rischio inerente alla probabilità di default ed al mancato raggiungimento delle obbligazioni contrattuali può provenire da varie fonti, tra cui recessioni economiche, fattori specifici facenti capo al mutuatario, rischi a livello di industria e condizioni macroeconomiche.

La gestione del rischio di credito comprende pratiche, norme e procedure implementate dalle istituzioni finanziarie, per misurare, identificare, monitorare e mitigare il rischio. lo scopo della gestione del rischio di credito è quella di assicurare stabilità finanziaria tramite il mantenimento di livelli ottimali di esposizione al rischio di credito, bilanciando nel mentre profittabilità e prudenza.

Negli anni, numerosi modelli sono stati sviluppati per valutare e quantificare il rischio di credito. Tra questi, il Modello Altman e il Modello Merton si sono guadagnati importanza e stima grazie alla loro robustezza e praticità. In questa tesi, andremo a trattare numerosi modelli per la gestione e valutazione del rischio di Credito. Oltre al modello Altman e al modello Merton, sono stati nominati e trattati con cura altri modelli, basati su approcci differenti, che variano da epoche più lontane a tempi più recenti, da tecniche più innovative a tecniche basate sulla pura matematica ed intuizione ingegneristica. Il modello Altman, introdotto da Edward I. Altman nel 1968, è ampiamente utilizzato per la predizione della bancarotta aziendale. Utilizza coefficienti finanziari ed altre variabili specifiche aziendali per valutare la probabilità di default. L'abilità del modello nel classificare le aziende in diverse categorie, lo rende uno strumento prezioso nella valutazione del rischio di credito e nei processi decisionali.

Il modello Merton, proposto da Robert C. Merton nel 1974, è basato sull'approccio strutturale per la valutazione del rischio di credito. Questo modello considera la relazione tra le attività e passività di

un'azienda, incorporando la teoria di prezzo delle opzioni per stimare la probabilità di default. Considerando esplicitamente le dinamiche delle attività di un'azienda, il modello Merton provvede informazioni preziose riguardo al rischio di default potenziale affrontato dalle entità aziendali.

Negli ultimi anni, il campo della modellazione del rischio di credito ha assistito a passi in avanti dovuti alla rapida integrazione di tecniche di intelligenza Artificiale (AI). Metodi basati sull'AI, come il machine learning o il deep learning algorithm, hanno rivoluzionato la valutazione del rischio di credito migliorandone l'accuratezza, l'efficienza e il potere predittivo. Queste tecniche possono analizzare un vasto ammontare di dati, identificare schemi complessi e fornire stime più precise di affidabilità creditizia.

L'integrazione di AI nei modelli di valutazione non ha solamente aumentato le capacità predittive ma ha anche migliorare le pratiche di gestione di rischio. Gli algoritmi di Machine Learning possono individuare segnali di avvertimento in anticipo, identificare rischi di credito emergenti, ed attivare strategie di mitigazione del rischio preventive. Inoltre, modelli basati sull'AI possono adattarsi e imparare autonomamente da nuovi dati, migliorando le loro performance nel tempo ed assicurando rilevanza e robustezza nelle pratiche di gestione del rischio.

Questa tesi mira ad esplorare e valutare vari processi di misurazione del rischio di credito, sia dal punto informativo e di raccolta dati, che dal punto di vista matematico finanziario, tramite la risoluzione di derivate, equazioni e l'analisi di grafici. Gli oggetti principali di questa analisi saranno: il Modello Altman, il Modello Merton, il Modello Longstaff-Schwartz, Metodi Logica Fuzzy, Alberi di Decisione, Modello DuPont, i classici modelli basati sulla regressione, ovvero Logit e Probit, e una serie di ulteriori pratiche di Machine Learning e di sviluppo AI.

Mentre il capitolo secondo ci fornisce una visione di insieme di questi modelli, il capitolo primo getta le fondamenta per capire che cosa sia veramente il rischio di credito e come negli anni la sua letteratura abbia subito aggiustamenti dal punto di vista normativo. Una visione d'insieme che ci permette di navigare fra crisi finanziarie, recessioni, Tre Accordi di Basilea e l'implementazione di tecniche volte alla gestione del capitale e delle eventuali perdite.

Nel terzo capitolo verranno forniti degli scenari basati su simulazioni di reali situazioni di stress finanziario. Infatti, la pratica descritta prende il nome di Stress Test, il quale si basa sulla valutazione di eventuali scenari di crisi finanziaria, basati su dissesti macroeconomici e microeconomici. Questo tipo di analisi ci permette non solo di aggiungere alla valutazione del rischio di credito delle variabili macroprudenziali, bensì ci fornisce delle informazioni importanti per il calcolo delle perdite attese e della probabilità di default. All'interno del capitolo 3 verrà fornita anche un'analisi più dettagliata delle probabilità di default e di modelli per il calcolo di quest'ultima basati sul Machine Learning e sull'AI. Tutte queste analisi si basano su articoli scientifici pubblicati su "The Journal of Finance" e fanno parte della branca delle ricerche innovative nel rischio di Credito.

Questa tesi fornirà quindi delle informazioni storiche ed innovative, per lo più all'avanguardia, per la misurazione e valutazione del Rischio di Credito, poiché essendo un argomento dettagliato e trattato nella

letteratura finanziaria, era d'obbligo andare a scovare gli strumenti di ultima generazione per un argomento che vive sin dall'antichità.

## **1. Il Concetto di Rischio di Credito in Generale.**

Il Rischio di Credito si riferisce alla probabilità di perdita, totale o parziale, proveniente da crediti per capitali prestati ed interessi maturati, risultante dal mancato adempimento agli obblighi contrattuali della controparte, per mancanza di volontà, incapacità o qualsiasi altra ragione. Se la probabilità di perdita è alta, il rischio di credito considerato è altrettanto alto e viceversa. La gestione bancaria si cautela contro questa componente di rischio attuando in maniera preventiva un'oculata valutazione di affidabilità della clientela richiedente il prestito, stipulando eventualmente tipologie contrattuali di prestiti contenenti garanzie su base personale o reale, sia tramite la precostituzione attraverso congrui accantonamenti su base annuale, di appositi fondi rischi su crediti, ai quali verranno addebitate in seguito le eventuali perdite su crediti realizzate dopo l'esperimento delle svariate procedure di recupero dei crediti in contenzioso.

Nel rapporto contrattuale tra creditore e debitore, facente riferimento ad una data attività finanziaria, il rischio di credito rappresenta la possibilità che il creditore, non si veda rimborsato tutto o parte dell'ammontare di risorse finanziarie impiegate nell'operazione. Tale rischio è chiamato counterparty risk. All'interno di qualsiasi transazione finanziaria troviamo dunque il rischio di credito. La categoria del rischio di credito è ampia e regolamentata; infatti, al suo interno sono considerati anche i rischi derivanti da ritardi (crediti past-due), e il rischio paese (country risk).

Di facile intuizione dalla sua traduzione anglosassone, i crediti past-due sono generati da ritardi nei pagamenti delle rate dovute secondo i termini prestabiliti per il pagamento degli interessi o per il rimborso delle quote-capitale. Il rischio paese nonostante il suo nome sia anche esso di facile intuizione, viene utilizzato per descrivere la probabilità di perdita di un prestito internazionale facente riferimento a eventi che sono comunque al di fuori del controllo dei singoli operatori commerciali. Guardando a larga scala intuiamo che il rischio paese si riferisce a qualsiasi prestito di natura internazionale, scaturito dal fatto che i fattori che possono incidere sulle probabilità di un evento di

accadere e gravare sulla buona riuscita dell'operazione finanziaria, siano derivanti da cause di tipo economico-sociali e politiche, che trascendono la dimensione microeconomica del rapporto creditizio.

Lo studio del credito di rischio può essere suddiviso in due parti: Lo studio derivante dall'interazione con un singolo debitore meglio conosciuto anche come Firm Credit Risk, oppure derivante dall'esposizione del credito ad un gruppo di debitori chiamata Portfolio Credit Risk.

Molti sono i fattori che influiscono sulla valutazione del rischio, come l'andamento socioeconomico di un paese, fattori di tipo politico, come la Guerra in Ucraina, eventi di tipo naturale come disastri ambientali che possono cambiare l'assetto geopolitico di un paese e delle nazioni limitrofe. Negli ultimi anni abbiamo avuto a che fare con una pandemia, evento che non accadeva dal 1917 in Europa, il quale ha profondamente scosso non solamente la serenità dei cittadini, bensì l'assetto economico di vari paesi EU e non. Un precedente evento di altra natura, che aveva scosso similmente l'economia globale, fu la Crisi dei Subprime nel 2007-2008, iniziata però nella seconda metà del 2006 con il crollo dei mutui subprime negli Stati Uniti, che i mutuatari, spesso con mezzi modesti, non sono stati in grado di rimborsare. Questi due tipi di rischio sono meglio conosciuti in finanza come rischio sistematico e rischio specifico (o diversificabile); il primo è la parte di rischio che non può essere eliminata, indipendentemente da quanto gli investitori diversifichino il loro portafoglio, mentre il rischio diversificabile, è la parte di rischio che può essere eliminata tramite diversificazione. Per quello che concerne il rischio di credito, il creditore attua determinate azioni per fronteggiare il rischio di credito. La probabilità di default è la probabilità che la controparte si renda inadempiente dell'obbligazione, andando quindi a "caricare" la probabilità di default del debitore sul costo della transazione, il creditore aggiusta il prezzo delle attività finanziarie in funzione del rischio (risk based pricing). Altri tipi di strategie che il creditore può attuare sono la richiesta di garanzie della controparte, di natura reale o personale, oppure ricorrere a forme di assicurazione contro il fallimento delle proprie controparti, che prende il nome di Credit default swap. Naturalmente come abbiamo detto prima il rischio di credito riguarda una branca dell'analisi finanziaria ben specifica e regolamentata, per questo vi sono delle raccomandazioni e linee-guida emesse dai Governatori delle banche centrali del G10 per sviluppare e collaborare tra le autorità di vigilanza bancaria, il quale prende il nome di Comitato di Basilea.

Oggetto di una approfondita analisi nel corso degli anni, il rischio di credito è stato profondamente regolamentato dalle autorità di vigilanza, nazionali ed internazionali, e anche da istituzioni creditizie.

L'analisi del rischio è quindi complessa e articolata in mille sfaccettature, per quello che concerne lo studio del rischio di credito, vi sono delle agenzie di rating rispetto alle società che emettono titoli e rispetto alle società che gestiscono i mercati regolamentati, la cui principale attività è rivolta alla valutazione del merito di credito di un particolare emittente oppure di un titolo in particolare. Tale giudizio viene sintetizzato nel cosiddetto rating, ossia <sup>1</sup>in un punteggio alfanumerico che rappresenta la

---

<sup>1</sup> "From Basel I to Basel III; Sequencing Implementation in Developing Economies." By Caio Ferreira, Nigel Jenkinson, and Christopher Wilson

capacità dell'emittente stesso di rispettare le obbligazioni contratte secondo le scadenze prestabilite. Le principali Agenzie di Rating di riferimento sono tre e sono Fitch Investors Service, Moody's e Standard & Poor's.

## **1.2 Comitato di Basilea per la Vigilanza Bancaria**

Il comitato di Basilea per la vigilanza bancaria nacque nel dicembre del 1974, costituito dai Governatori delle banche centrali del G10, al fine di sviluppare una collaborazione solida fra le autorità di vigilanza bancaria. Il Comitato di Basilea nasce dopo la caotica liquidazione del 1974 della Herstatt Bank con sede a Colonia in Germania. Un gruppo di undici nazioni, che, dopo appunto la appena citata liquidazione della Herstatt, decise di formare un consiglio operativo che armonizzasse gli standard bancari ed il regolamento tra tutti gli stati membri.

Il loro scopo, come dichiarato nel documento della fondazione del Comitato di Basilea, è quello di "...estendere la copertura normativa, promuovere un'adeguata supervisione bancaria, e assicurare che nessuno stabilimento bancario straniero possa eludere al controllo." (International Convergence).

Per raggiungere questo obiettivo, Francia, Germania, Italia, Giappone, i Paesi Bassi, Svezia, Svizzera, il Regno Unito, Gli Stati Uniti e Lussemburgo concordano a Basilea, Svizzera, di formare un comitato trimestrale comprendente delle banche centrali di ogni paese e conduca autorità di supervisione bancaria. Ad ogni incontro, le autorità di ogni paese sono autorizzate a discutere dello stato del sistema bancario internazionale e a proporre standard comuni che possano assistere il Comitato nel raggiungimento dell'obiettivo, ma come dichiara lo statuto, il comitato di Basilea non può dettare standard bancari legalmente vincolanti. Spetta quindi al paese membro stesso di implementare e rinforzare le raccomandazioni proposte dal Comitato di Basilea.

Il segretario è a disposizione della BRI a Basilea. La BRI, acronimo di Banca dei Regolamenti Internazionali, è il primo esempio di organizzazione finanziaria internazionale costituita nel 1930 in base agli accordi dell'Aja sulle riparazioni di guerra tedesche come società per azioni con sede a Basilea. A partire dal 1963 i governatori delle banche del G-10 presero a riunirsi con regolarità in occasione delle riunioni bimestrali della BRI, dando luogo ad un comitato direttivo informale per le principali iniziative della BRI. La principale iniziativa bancaria è stata la costituzione del Comitato di Basilea per vigilanza bancaria, un modo per sviluppare la collaborazione tra le banche centrali e le autorità di vigilanza. Il G-10 ha costituito altri quattro organi permanenti: il Comitato sui sistemi di

pagamento e regolamento, il Comitato sul sistema finanziario globale, il Comitato degli esperti su oro e cambi e l'istituto per la stabilità finanziaria.

### **1.2.1 Introduzione all'Accordo di Basilea**

In seguito alla necessità di uno schema normativo uniforme in tema di adeguatezza patrimoniale delle banche, nel 1988 nasce l'accordo di Basilea, che si pone come obiettivo quello di rafforzare la solidità e la stabilità del sistema bancario. Verso la fine degli anni 80, lo sviluppo del settore bancario era arrivato ad un punto di incompatibilità con la normativa di riferimento. Volto quindi a disegnare una crescita controllata di intermediazione creditizia e finanziaria, l'Accordo di Basilea si pone come lo strumento principale per fornire una normativa patrimoniale adeguata. L'accordo verrà rivisto successivamente nel 2006 dando vita al Basilea II.

Per fornire una visione più chiara e recente della analisi integrata riguardante il rating e la normativa bancaria, tratteremo tutti gli accordi che pongono le basi per la normativa riguardante il rischio di credito, partendo dal primo accordo del 1988, attraversando la crisi finanziaria globale del 2007-2008 per poi arrivare al Basilea III. Andremo a trattare l'IRRS, tradotto dall'acronimo anglosassone *Internal Risk Rating System*, e i pilastri sui quali il contenuto del Nuovo Accordo si basa, ovvero i requisiti patrimoniali minimi, maggiore discrezionalità da parte delle banche nel valutare l'adeguatezza patrimoniale delle Banche Centrali, potendo imporre una copertura superiore ai requisiti minimi stabiliti, infine il terzo requisito, riguarda la trasparenza del mercato, il quale introduce regole più stringenti in tema di trasparenza nell'informazione pubblica. Per quello che concerne l'IRRS daremo una particolare rilevanza al rating interno, introdotto con il Basilea II, la possibilità per gli istituti di credito di affiancare ai rating emessi dalle agenzie specializzate, anche rating prodotti al proprio interno.

### **1.3 Dal Basilea 1 al Basilea 2 (1988): obiettivi e limiti;**

Gli accordi di Basilea sono alcuni dei più influenti e incompresi trattati nella finanza internazionale moderna. Redatti nel 1988 e 2004, Basilea I e Basilea II hanno dato inizio ad una nuova era di cooperazione bancaria internazionale. Attraverso parametri di riferimento quantitativi e qualitativi, entrambi gli accordi hanno aiutato ad armonizzare la supervisione bancaria, la regolamentazione e gli adeguati standard di capitale attraverso gli undici paesi del Gruppo di Basilea, e molte altre economie in via di sviluppo. Da un altro punto di vista, la vera forza di entrambi gli accordi, il loro focus quantitativo e tecnico, limitano la comprensione di questi trattati all'interno di cerchi normativi, causando una loro sbagliata interpretazione ed un utilizzo sbagliato in molte economie mondiali. Inoltre, anche quando gli accordi di Basilea erano stati applicati con accuratezza e pienezza, nessun contratto ha assicurato stabilità di lungo termine all'interno del settore bancario di un paese. Pertanto, una piena comprensione delle regole, intenzioni e lacune di Basilea I e II è essenziale per la valutazione del loro impatto sul sistema finanziario internazionale. L'intento di questo capitolo è anche quello di fornire valutazione tecniche nei dettagli di ambe due i trattati, sia per i mercati sviluppati che per i mercati in via di sviluppo, di mostrarne lo stato, le intenzioni, le criticità e le implicazioni di ciascun accordo.

Subito dopo la creazione del Comitato di Basilea, i suoi undici stati membri iniziarono a discutere di uno standard formale per assicurare una propria capitalizzazione delle banche attive internazionalmente. Durante gli anni 70 e 80, alcune banche internazionali erano capaci di aggirare le autorità regolamentari attraverso lo sfruttamento dei limiti geografici inerenti alla legislazione bancaria nazionale. Oltretutto, le banche attive a livello internazionale hanno anche incoraggiato una regolamentare corsa verso il basso, dove si sarebbero trasferite in paesi dove la regolamentazione non era così rigida, per sfuggire a vincoli legislativi. Con la fine del boom petrodollaro e l'arrivo della crisi bancaria dei primi anni Ottanta, il desiderio per una comune capitalizzazione bancaria standard fu il primo piano dell'agenda degli stati membri del Comitato di Basilea. Dopo sei anni di delibere, nel luglio del 1988, il G-10 più la Spagna, arrivarono ad un accordo finale. *La Convergenza Internazionale di Misura del Capitale e gli Standard di Capitale*, meglio conosciuti come **Basilea I**. Notiamo innanzitutto che il Basilea I fu creato per promuovere l'armonizzazione del regolamento e degli adeguati standard di capitale solamente tra gli stati membri del Comitato di Basilea. Tutti gli stati che ne fanno parte sono considerati come paesi sviluppati da tutte le organizzazioni internazionali, quindi, gli standard descritti nel Basilea I sono fatti su misura per le banche operanti all'interno di quei mercati. L'accordo afferma espressamente che non è inteso per le economie dei mercati emergenti, e dati gli unici rischi e preoccupazioni regolatorie in queste economie, non dovrebbe essere visto come un'ottimale riforma bancaria per i mercati emergenti. Alla fine, visto che il Basilea I dà un

considerabile margine regolamentare alle banche centrali degli stati, vede la moneta domestica ed il debito come gli strumenti finanziari più affidabili e favorevoli, vede lo stile FDIC dei depositi assicurativi come diminutivo del rischio, e usa un livello di rischio massimo, per calcolare requisiti di capitale che vanno bene solamente per le economie con mercati sviluppati, la sua implementazione potrebbe creare un falso senso di sicurezza all'interno dei settori finanziari delle economie emergenti creando nel mentre, meno ovvio, rischio per le sue banche. Secondariamente, dovrebbe anche essere fatto nota che il Basilea I fu scritto solo per provvedere un adeguato capitale per fare guardia contro il rischio nella solvibilità creditizia del libro prestiti delle banche. Non delega il capitale di fare guardia contro rischi come le fluttuazioni della moneta nazionale, cambi nei tassi di interesse, e generali sconvolgimenti macroeconomici. Dato dalla grande variabilità di questi fattori di rischio attraverso i paesi, il Comitato di Basilea decise di non trasferire regole generali su questi rischi, ha lasciato che fossero valutate su uno studio di casistica caso per caso tra gli undici membri del comitato. Infine, Basilea I afferma che propone solamente dei requisiti minimi di capitale per le banche attive a livello internazionale, invita le autorità sovrane e le banche centrali simili ad essere più conservative nella loro regolamentazione bancaria. Più che altro, avverte i suoi lettori che le ratio per quanto riguarda l'adeguatezza di capitale non possono essere vista isolati e come ultimi arbitri della solvenza delle banche. Il criticismo riguardo il Basilea I proviene da quattro fonti primarie. Una vena di criticismo si concentra sul percepire le omissioni nell'Accordo. L'Accordo copre solamente il rischio di credito ed il suo target riguarda solamente i paesi del G-10, Basilea I è visto anche come troppo stretto nel suo scopo di assicurare una adeguata stabilità finanziaria nel sistema finanziario internazionale. Inoltre, le omissioni riguardanti la disciplina dei mercati nell'Accordo di Basilea è vista come una limitazione dell'abilità dell'accordo di influenzare i paesi e le banche nel seguire le linee guida. Il secondo gruppo di criticismo ha a che fare con i modi in cui il Basilea I fu pubblicizzato e implementato dalle autorità bancarie. L'incapacità di queste autorità di tradurre le raccomandazioni del Basilea I propriamente in termini laici, ed il forte desiderio di emanare i suoi termini rapidamente, è stata causa per i regolatori di sovra-generalizzare e vendere di più i termini del Basilea I al pubblico del G-10. Questo, in cambio, creò una visione fuorviata che il Basilea I fosse il primo e l'ultimo accordo di cui un paese avesse bisogno per implementare e raggiungere una stabilità bancaria di settore. Mentre i regolatori del G-10 videro questo risultato come benigno perché avevano già la maggior parte delle fondamenta regolamentari conosciute per la crescita nel lungo termine a punto, non avevano realizzato che la vendita oltre il dovuto del Basilea I avrebbe influenzato le grandi banche private in un modo tale che quest'ultime avrebbero richiesto che le economie emergenti seguissero il Basilea I pure loro. Il terzo gruppo critico del Basilea I si concentra sugli incentivi disallineati che l'Accordo fornisce alle banche. Dovuto all'ampio respiro e all'assolutezza della ponderazione di rischio del Basilea I, le banche hanno trovato modo di fare uno slalom legalmente accettabile, attorno agli standard del Basilea I, per ottenere un rendimento maggiore a seguito di un'assunzione maggiore di rischi, rispetto a quanto era intenzione degli artefici dell'Accordo di Basilea. Questo è fatto attraverso due primari vettori. Nella prima

strategia, le banche cartolarizzano i loro debiti d'impresa e vendono l'asset cartolarizzato meno rischioso. Attraverso la giunzione dei prestiti di banca meno rischiosi dal libretto prestiti, una banca rende i suoi assets più rischiosi in termini di fatto, ma, in termini legittimi del Basilea I, la ponderazione del rischio fornita di prestiti della banca dell'impresa non cambiano. Più che altro, il denaro guadagnato tramite la cartolarizzazione può essere aggiunto alle riserve dell'asset di una banca, permettendogli di distribuire anche i prestiti più rischiosi. Questo metodo è chiamato "cherry picking" crea banche che, sulla carta, si proteggono propriamente contro il rischio di credito, ma in realtà stanno assumendo rischi maggiori rispetto a quanto era stato accordato all'interno del Basilea I. Il secondo metodo attraverso il quale le banche possono mantenere un basso profilo di rischio, tramite trucchi che permettono l'elusione delle norme negli standard legali minimi, all'interno del Basilea I, e nel mentre assumersi sempre più rischi, è quello di vendere e attuare una compravendita di non OECD debito di banca di breve periodo. Perché il debito di banca di breve periodo creato da banche non-OECD è ponderato al 20% ed il debito di lungo periodo in questa categoria è ponderato al 100%, le banche possono cambiare loro consistenze di debito di lungo periodo per una serie di strumenti di debito di breve periodo. Quindi, il rischio associato con le consistenze di debito a lungo termine, ovvero il rischio di default nei volatili mercati emergenti rimane, mentre la ponderazione del rischio di banca è ridotta. La fonte finale di criticismo riguardante il Basilea I si relaziona alla sua applicazione ai mercati emergenti. Anche se il Basilea I non era inteso per essere implementato nei mercati con economie emergenti, l'applicazione a queste economie sotto la pressione dei business internazionali e le politiche comunitarie ha creato delle distorsioni prevedibili ed imprevedibili all'interno dei settori bancari delle economie in via di industrializzazione. Primariamente, come evidenziato nell'Accordo stesso, l'alto grado tolleranza regolamentare del Basilea I, vede la valuta domestica ed il debito come i più affidabili e favorevoli strumenti di asset, e percezione dello stile FDIC depositi di assicurazione come abbattitori di rischio ebbero effetti significative nelle economie emergenti. Nei paesi soggetti ad alta fluttuazione di moneta e rischi di default sovrano, il Basilea I accorda in realtà libri prestito fatti più rischiosi tramite l'incoraggiamento del movimento sia della banca che delle consistenze del debito sovrano da fonti OECD a fonti di rendimento domestiche più alte. Successivamente, lo stile FDIC di deposito assicurativo, combinato con la regolazione lassista su quali assets ricadano sotto la ponderazione di rischio del Basilea I, causate da regolatori del mercato emergente per sottostimare il rischio di default di credito dell'asset di una banca. Questo, in cambio, creò default a livello di sistema all'interno di un settore bancario del mercato emergente quando diventò ovvio che tutte le banche avevano preso troppo rischio e quando fu rivelato che la banca centrale di un paese aveva il capitale in mano per tirare fuori dai guai alcuni del settore bancario, ma non abbastanza per salvare tutto il settore. Insieme agli inconvenienti previsti dal Basilea I nei mercati emergenti, numerosi effetti impreveduti del Basilea I sono serviti anche per rendere l'accordo meno desiderabile per le economie industrializzate. La prima conseguenza non prevista del Basilea I è un effetto collaterale del modo in cui il rischio pondera il debito bancario: perché il debito di breve periodo delle banche OECD è ponderato ad una relativa

rischiosità più bassa che di quello di lungo termine, il Basilea I ha incoraggiato gli investitori internazionali nell'astenersi dal trattenere debito di banca di lungo periodo di mercato emergente a trattenere lo sviluppo di strumenti di mercato di breve periodo. Questo ha amplificato il rischio dei "soldi scottanti" nei mercati emergenti e ha creato fluttuazioni di moneta più volatili sempre nei mercati emergenti. Il secondo effetto non previsto del Basilea I emerge dalla differenza fra la ponderazione del rischio sovrano e quello del debito privato. Perché il debito sovrano del mercato emergente è visto come meno rischioso del debito privato, il Basilea I ha creato uno scenario dove il settore privato viene spremuto di portafogli prestito di banche del mercato emergente. Questa spremitura, ingrandisce la recessione nel mercato emergente, e oltretutto, amplifica i costi di un default sovrano perché le banche domestiche accettano il debito sovrano più prontamente, mettendo le banche in condizione di dover raddoppiare necessariamente sull'alto rendimento del debito tipicamente erogato da un sovrano nei mesi che precedono il default. Finalmente, la mancanza di profondi e liquidi mercati di capitale nei mercati emergenti rende i coefficienti di adeguatezza di capitale meno affidabili nelle economie emergenti. Perché il prezzo degli stock e del debito trattenuti da una banca sono spesso valutati incorrettamente con i cambi illiquidi dei mercati emergenti, la ponderazione di rischio di questi strumenti e la inclusione di questi strumenti nel calcolo del coefficiente di adeguamento del capitale di una banca spesso causa alle banche dei mercati emergenti di mostrare posizioni di adeguamento di capitale estremamente scorrette.

L'aumento della resilienza dei sistemi finanziari richiede una solida supervisione del quadro che va ben oltre l'implementazione degli ultimi standard del capitale di Basilea I. La Crisi Finanziaria Globale ha rivelato delle debolezze sia nel framework normativo che in quello di supervisione. Altri poteri di vigilanza, risorse, processi e requisiti erano insufficienti per permettere un proprio assetto di rischi e provvedimenti tempestivi per indirizzare pratiche insostenibili. Successivamente, l'approccio di vigilanza è divenuto sempre più *laissez-faire* e leggero, mantenendo nel mentre una garanzia di settore pubblico del settore bancario. L'intesa post-crisi è che la vigilanza necessiti di essere più comprensiva e intrusiva. I principi cardine dell'accordo di Basilea per l'effettiva supervisione bancaria sono serviti come strumenti chiave per identificare le priorità e aumentare il quadro di controllo bancario dei vari paesi. Questi principi servono da standard minimi per una supervisione solida e una regolamentazione che sono universalmente applicabili. L'approccio proporzionale incorporato nella loro metodologia permette agli assestamenti di considerare il contesto nel quale le pratiche di controllo sono applicate, commisurate con il profilo di rischio e l'importanza sistematica di una vasta gamma di banche, e differenti stadi di sviluppo e complessità dei sistemi finanziari. Assestamenti dei principi fondamentali dell'accordo di Basilea hanno rivelato progressi negli anni, ma debolezze sostanziali rimangono attraverso il comitato di <sup>2</sup>vigilanza. Alcune fra quelle lacune che possono andare a levigare l'effettività del processo di supervisione includono:

---

<sup>2</sup> "From Basel I to Basel III; Sequencing Implementation in Developing Economies." By Caio Ferreira, Nigel Jenkinson, and Christopher Wilson.

- **un'impostazione istituzionale inappropriata.** Mandati senza sufficiente peso alla stabilità finanziaria come anche la mancanza di indipendenza a livello operativo e protezione legale per i supervisori possono impedire immediate azioni di supervisione.
- **Mancanza di mezzi qualificati.** Le fondamenta della supervisione necessitano un solido giudizio di controllo. I supervisori devono essere abili a sfidare scrupolosamente le pratiche d'industria per assicurare un robusto risk management e un'effettiva implementazione del regolamento. Questo compito difficile richiede abilità tecniche forti ed esperienza nell'aver a che vedere con le istituzioni finanziarie.
- **Insufficiente analisi prospettica.** Molti supervisori fanno fatica nel fare valutazioni di rischio prospettiche riguardanti le banche e compiono azioni preventive per indirizzare la debolezza su base temporale.
- **Standard di credito di rischio permissivi.** Gli standard per il controllo del credito di rischio sono spesso deboli. I supervisori possono aumentare la loro procedura di revisione e controllo riguardante la politica di sottoscrizione del credito, le procedure, e i criteri, specialmente riguardanti l'approvazione di nuovi prestiti e della loro analisi finanziaria. In seguito, i paesi potrebbero beneficiare da una supervisione più proattiva nell'esame della classificazione dei prestiti e sulla valutazione delle garanzie reali per sottolineare le prudenti pratiche di accantonamento. Le autorità di supervisione devono sviluppare le capacità di sfidare la valutazione effettuata dalle banche riguardanti i prestiti e dovrebbero provvedere alle banche quell'orientamento conservatore nella classificazione dei prestiti e nella valutazione.
- **Inappropriati standard di rischio di liquidità e di monitoraggio.** Alcune autorità di vigilanza non riuniscono abbastanza informazioni per avere una chiara visione del rischio di liquidità riscontrato dalle banche. In più, alcuni non applicano una sufficientemente solida gestione della liquidità di rischio, e altre banche, non gestiscono i loro bisogni di liquidità tenendo conto dei possibili scenari di deformazione di mercato e delle severe interruzioni di liquidità.
- **Povera gestione aziendale.** Gli Chief Risk Officers spesso non hanno abbastanza esperienza e non hanno gli appropriati incentivi per segnalare i rischi al consiglio. Il consiglio di direzione delle banche deve giocare un ruolo attivo nel panorama della gestione di rischio. Devono rendersi affidabili per l'effettività e l'indipendenza delle funzioni di gestione di

rischio tra banche. È la chiave per creare le precondizioni per solide pratiche d'impresa e affidabili dati di controllo.

- **Debole attuazione.** Il controllo deve essere conclusivo. I supervisori devono seguire persistentemente sulle materie identificate, poiché quest'ultime progrediscono attraverso il processo di controllo. L'effettiva implementazione del quadro regolatore e di una adeguata attuazione sono le chiavi per una credibile supervisione.

In risposta alla crisi delle banche del 1990 e le critiche sopracitate del Basilea I, il Comitato di Basilea decise nel 1991 di proporre un nuovo, e più comprensivo, accordo di adeguatezza del capitale. Questo accordo, conosciuto formalmente come *Un Quadro Rivisitato sulla Misurazione della Convergenza di Capitale e Standard di Capitale*, e in modo informale, conosciuto come **Basilea II**, espande enormemente lo scopo, le tecniche, e la profondità dell'Accordo di Basilea originale. Mantenendo nel mentre il "pilastro" del quadro del Basilea I, ogni altro pilastro è analizzato più a fondo nel Basilea II per coprire nuovi approcci al rischio di credito, adattarsi alla cartolarizzazione degli assets bancari, coprire il mercato, funzionale, e il tasso di interesse di rischio e incorporare sorveglianza e regolazione basata sul mercato.

Il primo pilastro conosciuto come *Requisiti minimi di Capitale* mostra come l'ammontare più grande di espansione dal Basilea I. In risposta alle critiche del Basilea I, Basilea II crea una misurazione più sensibile del rischio ponderato degli assets di una banca e prova ad eliminare le scappatoie nel Basilea I che permette alle banche di prendere maggiore rischio alleviando nel mentre i requisiti minimi di adeguamento del capitale. Il suo primo mandato è fatto per ampliare lo scopo della regolazione per includere assets delle holding di una banca internazionale attiva. Questo è fatto per evitare il rischio che una banca possa coprire l'assunzione del rischio trasferendo i suoi assets ad altre società controllate e anche per integrare la salute finanziaria dell'intera azienda nel calcolo dei requisiti di capitale per la sua banca filiale.

### **1.3.1 I Pilastri Del Basilea I e del Basilea II**

Il Basilea I si divide in quattro pilastri. Il primo conosciuto come *i Costituenti del Capitale*, definisce sia quali tipi di capitali a disposizione sono contati come riserve delle banche e quanto di ogni tipo di riserva di capitale la banca possa contenere. L'accordo divide le riserve di capitale in due categorie. Il Capitale nella prima categoria, conosciuto come "*Tier 1 Capital*", consiste solamente in due tipi di fondi, riserve di capitali indicati e altri capitali pagati dalla vendita di equity da parte della banca. *Tier 2 Capital* è un po' più definita ambiguamente. Questo capitale può includere riserve create per coprire perdite potenziali di prestiti, holding e debiti subordinati, debito ibrido a strumenti di holding di equity, e guadagni potenziali proveniente dalla vendita di asset comprate attraverso la vendita di stock di

banca. Per seguire l'accordo di Basilea, le banche devono trattenere la stessa quantità in termini di dollari del Tier 1 e del Tier 2.

Il secondo pilastro dell'accordo di Basilea I, "*Risk Weighting*", ponderazione di rischio, crea un sistema di ponderazione di rischio comprensivo di un asset bancario, o in altre parole, del libro prestiti. Cinque categorie di rischio comprendono tutti gli asset di un bilancio.

La prima categoria pondera gli asset allo 0%, caratterizzando effettivamente questi asset come senza rischio. Questi "privi di rischio" sono definiti dal Basilea I come denaro trattenuto dalla banca, debito sovrano trattenuto e fondato nella moneta nazionale, tutti i debiti generali di governo o meglio OECD debt, termine con il quale ci riferiremo a quest'ultimi. La seconda categoria di rischio pondera i suoi asset al 20%, mostrando come gli strumenti in questa categoria sono bassi nel rischio. Le garanzie in questa categoria includono lo sviluppo di un debito bancario multilaterale, debito bancario creato dalle banche incorporate nell'organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico, le banche non incorporate nell'OECD con debito che ha una maturity di meno di un anno, strumenti con denaro in collezione, e debiti garantiti dalle entità del settore pubblico OECD. Il terzo, categoria del "rischio moderato" include solamente un tipo di asset, ammortamenti residenziali e pondera questi asset al 50%. Il quarto, categoria "rischio alto" è pesata al 100% del valore di un asset, e include quello che una banca sostiene sul settore privato, debiti bancari non-OECD con maturity a meno di un anno, considerazioni sui non-OECD debiti corrispondenti ai dollari o Eurobonds, asset su equity trattenuti dalle banche e sugli altri asset. La quinta categoria "variabile" comprende considerazioni sulle entità del settore pubblico, che possono essere valutate a 0, 10, 20 o 50%, a discrezione della banca centrale.

Il terzo pilastro, il *Target Standard Ratio*, unisce il primo e il secondo pilastro dell'accordo di Basilea I. stabilisce uno standard universale laddove l'8% del rischio ponderato degli asset di una banca, debbano essere coperti dalle riserve di capitale del Tier 1 e del Tier 2. Quindi, il capitale del Tier 1 deve coprire il 4% del rischio ponderato degli asset di una banca. Questa ratio è vista come il minimo adeguato a proteggere contro il rischio di credito in deposito coperto in via assicurativa internazionale dalle banche in tutti gli stati membri del Comitato di Basilea. Il quarto pilastro, *Accordi Transizionali e Implementativi*, pavimenta la strada per l'implementazione degli Accordi di Basilea. Ogni Paese è richiesto di creare una forte sorveglianza e di rinforzare i meccanismi per assicurare che gli accordi di Basilea siano seguiti, e i "pesi di transizione" siano dati così che le banche del Comitato di Basilea possano adattarsi lungo un periodo di quattro anni per gli standard dell'accordo.

L'adattamento e l'implementazione del Basilea I si è verificato in modo abbastanza uniforme all'interno degli stati membri del comitato di Basilea. Con l'eccezione del Giappone (il quale, dovuto alla severità della sua crisi bancaria degli ultimi anni del 1980, non potette adottare le raccomandazioni del Basilea I), tutti i membri del Comitato implementarono le raccomandazioni dell'Accordo, incluso l'8% di adeguamento per la fine del 1992. Il Giappone armonizzò solo successivamente le sue norme con quelle del Basilea I nel 1996. Anche se non era intenzione includerle nel panorama dell'Accordo di Basilea, altre economie emergenti hanno adottato queste raccomandazioni. In contrasto con i punti

contrassegnati nel Basilea I contro l'implementazione nei paesi industrializzati, l'adottamento degli standard del Basilea I fu vista dalle grandi banche d'investimento come un segno di forza regolamentare e stabilità finanziaria nei mercati emergenti, causando una fame di capitale negli stati come il Messico di attenuare il Basilea I in modo da ricevere finanziamenti bancari meno costosi. Dal 1999, quasi tutti i paesi, inclusi China, Russia e India, ebbero almeno su carta, implementato l'Accordo di Basilea.

Per quello che concerne invece il Basilea II, il nuovo accordo di capitale, possiamo notare come la struttura a colonne portanti non cambia, bensì all'interno di ogni pilastro vediamo specificazioni che prima non erano presenti nel Basilea I. L'accordo di Capitale del Basilea II include una revisione importante delle regole per il rischio di credito nei confronti della alta sensibilità al rischio come anche alla grande affidabilità sulle conoscenze intrinseche della banca, database storici interni, metodologie di rischio, modelli e parametri di rischio stimati. Queste metodologie necessitano di procedure e pratiche di controllo più stringenti. La misurazione del credito di rischio diventa più sensibile con una migliore differenziazione tra il capitale per diversi gradi di rischio. Notiamo miglioramenti grazie alle tecniche di mitigazione del credito di rischio come pegni, garanzie, reti e derivati sui crediti, ed il riconoscimento dell'importanza di diversificazione attraverso regioni ed industrie. Le regole del Basilea II diventano attive nel 2007 e 2008 con un periodo di transizione, dove grandi riduzioni nei requisiti di capitale vengono evitati grazie all'imposizione di una soglia minima di requisiti di capitale durante il primo anno. Questa soglia è applicabile per banche che adottano i metodi più sofisticati come l'IRB di cui parleremo successivamente, il quale si divide a sua volta in due approcci diversi, e lo standardized approach. Lo scopo del quadro del Basilea II è definito all'inizio dell'accordo. I requisiti di capitale sono calcolati su basi consolidate. Riduce il rischio di effetti di doppio conteggio, dove lo stesso capitale è utilizzato due volte per coprire rischi diversi. Lo scopo è quindi che ogni capogruppo sia un'entità madre tra i gruppi bancari indicati. Il nuovo adeguamento di capitale è basato su 3 pilastri rinforzati mutuamente: *requisiti minimi di capitale, revisione di sorveglianza e disciplina di mercato e rendicontazione.*

Partiamo dal capitale che una banca deve detenere. Una banca deve detenere capitale per assorbire perdite inaspettate e proteggere i titolari di debiti della banca, come ad esempio i depositi di risparmio. Disposizioni, riserve e profitti di anno corrente necessitano di coprire le perdite attese. Tipi differenti di capitale sono stati costruiti secondolivelli di anzianità per far fronte all'assorbimento delle perdite. L'Accordo di capitale e la regolazione locale determinano quali tipi di capitale sono eleggibili per requisiti di capitale regolamentari e per il calcolo della ratio di capitale.

Il pilastro numero 1 del Basilea II, da una prospettiva regolamentare, è il centro di misurazione della forza finanziaria di una banca. Tier 1 capitale è composto dalle forme di capitale più sicure quando richiesto in situazioni di pericolo o avverse. Oltre che ad essere molto affidabile, esso è anche molto liquido. Gli elementi essenziali del Tier 1 capital sono i common stock, i preferred stock e gli utili non distribuiti. La nozione di capitale si relaziona con il concetto di contabilità dell'equity degli azionisti.

Non è il valore di mercato degli stock dell'equity, ma il valore contabile. La definizione del Tier 1 capital non cambia dal Basilea I al Basilea II. Il *Pilastro 1* descrive le regole per calcolare e segnalare gli standard di capitale minimi per il rischio di credito, di mercato e operativo. Comparato all'accordo del 1998, i nuovi requisiti vengono posti per allineare i requisiti di capitale economicamente e dal punto di vista regolamentare, riducendo gli incentivi per l'arbitraggio regolatorio. Il capitale regolamentare è computato come la somma del rischio di credito, di mercato ed operativo di copertura patrimoniale. Il coefficiente di capitale deve ammontare almeno all'8%. L'innovazione del nuovo accordo di capitale si relaziona principalmente per migliorare la misurazione del credito, nella computazione del denominatore: l'onere per il rischio di credito può essere calcolato in tre modi, l'approccio standard, l'IRBf e l'IRBa. Il rischio di mercato viene calcolato invece o nel modo standard o in quello interno secondo l'approccio proposto nel 1996. Il rischio operativo è computato tramite il basic indicator approach, oppure anch'esso tramite lo standard e l'internal rating based.

Il pilastro numero 2, *Processo di revisione di controllo*, nonostante il pilastro uno si concentrasse sulla misurazione quantitativa del rischio, il pilastro numero 2 enfatizza il bisogno di un approccio qualitativo per la supervisione di una banca. Questo pilastro provvede regole per la revisione di controllo dell'adeguamento del capitale di una banca e per i processi di assestamento per il rischio interno. Mentre, da una parte lo scopo è quello di assicurare che la banca abbia un adeguato capitale per supportare tutto il rischio (tutti i rischi sopracitati), dall'altra parte, si concentra ad incoraggiare le banche nel migliorare continuamente le procedure interne di misura, monitoraggio e controllo dei loro rischi. Il pilastro due presuppone un aggiustamento continuo ed una rifinizione dei nuovi metodi di controllo di rischio e di controllo interno. Adeguatazza di capitale non richiede solamente un capitale a sufficienza, ma anche una forte gestione del rischio con una solida misurazione di quest'ultimo, dei forti controlli interni, e l'applicazione di limiti interni e mitigazione di rischio. Il processo di revisione consiste in una revisione interna della banca ed una revisione esterna dai regolatori. In parole povere, è necessario che le banche analizzino tutti i loro rischi, non solamente quelli del pilastro 1, e si necessita che verificano se detengono abbastanza capitale o meno. A parte i rischi sopracitati, i rischi minimi che devono essere coperti sono i tassi di interesse nel libro bancario, il rischio di liquidità, la reputazione ed il rischio strategico. Nonostante questa analisi delle banche debba essere molto accurata, il Basilea II rimane molto vago nel pilastro numero II, infatti secondo i partecipanti del mercato non vi è uno standard di industria per i requisiti del pilastro due e che i supervisori valuterebbero piuttosto "ex post" il lavoro della banca invece di descrivere ex ante delle precise linee guida. Il Processo di controllo è specificato secondo quattro principi chiave; il primo principio descrive il processo di assestamento dell'adeguatezza di capitale (ICAAP), che definisce il dovere delle banche di avere sufficiente capitale per coprire tutti i suoi rischi e la responsabilità della banca di avere metodi efficienti di misura e gestione dei requisiti di capitale e di rischio. I principi 2, 3 e 4 definiscono il ruolo del regolatore nella revisione e nella valutazione dell'ICAAP della banca e di attuare azioni

correttive quando necessario. The ICAAP non è prescritto dai supervisori. I seguenti sono i 4 principi chiave del pilastro 2:

- Principio 1: Le banche dovrebbero avere un processo per esaminare l'adeguatezza di capitale complessiva in relazione al loro profilo di rischio e alla strategia per il mantenimento dei livelli di capitale.
- Principio 2: I supervisori dovrebbero rivedere e valutare le esaminazioni e strategie interne per l'adeguatezza di capitale delle banche, insieme alla loro abilità di monitorare ed assicurare conformità con le ratio di capitale regolamentare. I supervisori dovrebbero attuare delle azioni di supervisione se non sono soddisfatti con il risultato ottenuto dal processo.
- Principio 3: I supervisori si dovrebbero aspettare che le banche operino sopra le ratio di minimo regolamentare del capitale e dovrebbero avere l'abilità di richiedere alle banche di trattenere il capitale in eccesso del minimo.
- Principio 4: I supervisori dovrebbero cercare di intervenire ad uno stadio primario per prevenire che il capitale scenda sotto i livelli minimi richiesti per supportare le caratteristiche di rischio di una banca in particolare e dovrebbero richiedere rapide azioni per rimediare se il capitale non è mantenuto o ristrutturato.

Il secondo pilastro serve principalmente per coprire fattori esterni come gli effetti ciclici insieme a fattori di rischio che non sono presi in considerazione nel pilastro 1 come gli effetti della non diversificazione e concentrazione di rischio, tassi di interesse nei libri bancari, incertezze nella misurazione del rischio operativo. Il riesame da parte delle autorità di vigilanza deve assicurarsi che le banche abbiano messo a posto il quadro per la valutazione del loro capitale in relazione al loro rischio, che le banche operino sopra la ratio minima di capitale e che siano prese azioni correttive quando necessario.

Il pilastro 3 invece rispetto agli altri pilastri è meno articolato, per questo è conosciuto come il pilastro dimenticato. Quest'ultimo serve per catalizzare la gestione prudentiale di rischio da meccanismi di mercato e corrisponde principalmente alla segnalazione e alla divulgazione. Maggiori informazioni del profilo di rischio e della capitalizzazione rispetto ai mercati finanziari sono elementi chiave nel nuovo accordo di capitale. Spesso si assume che i partecipanti ai mercati bene informati, ricompensino una strategia di gestione del rischio prudentiale ed un effettivo controllo di rischio, al contrario le banche più rischiose saranno penalizzate. Questo si mostra come un incentivo per le banche, e le istituzioni finanziarie in generale, nel monitorare correttamente ed efficientemente il loro rischio. Il pilastro 3 riconosce che la disciplina di mercato abbia il suo potenziale per rinforzare la regolamentazione del capitale e altri sforzi di supervisione per promuovere la sicurezza delle banche e del sistema finanziario in generale. Il quadro è sufficientemente flessibile per raggiungere la disciplina di mercato e rispettare i dubbi delle istituzioni di credito tramite la

protezione di informazioni confidenziali. I regolatori nazionali possono decidere quali informazioni sono rivolte ai supervisori e quali informazioni sono rivolte ai mercati.

### **1.3.2 L'Approccio Standard**

L'approccio standardizzato è un'ulteriore sofisticazione dell'Accordo di Capitale del Basilea I con una fine classificazione del rischio di credito. La misurazione della qualità di credito è determinata dall'ECAI, ovvero External Credit Assessment Institution. Utilizzando rating esterni, è stato visto come i pesi del rischio sono più sensibili al rischio, dove, una ponderazione di rischio piatta del 100% per le esposizioni d'impresa erano applicabili.

Il primo pilastro provvede tre metodologie per valutare la rischiosità dell'asset di una banca. La prima di queste metodologie, l'approccio standard, estende l'approccio a capitali ponderati usati nel Basilea I per includere agenzie di rating basate sul mercato. Il debito sovrano viene ora scontato secondo il rating di credito assegnato da un'istituzione di rating autorizzata. Quindi se il debito valutato da AAA sino a AAA-, è assegnato allo 0%; se è valutato da A+ ad A-, è assegnato al 20% di ponderazione; se è valutato da BBB+ a BBB-, riceve una ponderazione del 50%; se è ponderato da BB+ a BB-, riceve una ponderazione del 100% e se è valutato sotto B-, la sua ponderazione sale fino a 150%. Il debito non valutato + pesato al 100%. Se il Debito è denominato e fondato nella valuta locale, i regolatori possono assegnare un peso minore in relazione alla sua rischiosità. Per il debito bancario, le autorità possono scegliere tra due tipi di opzioni di ponderazione. Nella prima opzione, questo tipo di debito può essere valutato dalle autorità ad un gradino meno favorevole del debito della banca del governo sovrano. Per esempio, se il debito sovrano fosse valutato A+, la ponderazione di rischio della banca sotto giurisdizione sarebbe il 50%. Il rischio è limitato a 100% se il rating del sovrano è sotto BB+ o fosse non valutato. Le altre opzioni per la ponderazione del rischio del debito bancario segue un assestamento creditizio esterno come bond sovrani, dove debito da AAA a AAA- è ponderato al 20%, da A+ a BBB- è ponderato al 50%, debito da BB+ a BB- è pesato al 100% e debito valutato sotto B- è ponderato per il rischio al 150%. Debito non valutato è pesato al 50%. Crediti di breve termine bancarie con maturity di meno di tre mesi sono ponderati ad un grado inferiore dei bond sovrani, dove debito BB+ è dato a 50% di ponderazione invece che al 100% del valore.

Nell'approccio standard, il debito d'azienda è ponderato nella stessa maniera del debito bancario, eccetto la categoria del 100% che è estesa per includere tutto il debito che è valutato tra BBB+ e BB-. Tutto il debito valutato sotto BB- è ponderato al 150%; debito non valutato è ponderato per il rischio al 100%. Mutui immobiliari sono in aggiunta ponderati al 35%, mentre mutui aziendali sono ponderati al 100%.

La robustezza dell'approccio standard per il rischio di credito è stata rafforzata. Il Comitato di Basilea ha rivisitato gli standard minimi, con lo scopo di ridurre l'affidamento automatico sul rating di credito esterno, aumenta la granularità e la sensibilità al rischio, aggiorna calibrazioni e provvede migliore chiarezza sulla sua applicazione. Il nuovo standard aumenta anche il trattamento di esposizioni fuori

bilancio e ha indirizzato rischi precedentemente inattesi, come quelli che derivano dall'esposizione di disallineamento di valuta. L'approccio standardizzato per il credito di rischio è il più rilevante, e spesso l'unica variabile conduttrice del fabbisogno di capitale nelle economie in via di sviluppo. Banche nelle economie emergenti tendono ad avere operazioni di portafoglio di negoziazione limitate e in alcuni casi non hanno implementato il rischio operativo ed il rischio del quadro di mercato. Dovuto alle sue complessità come anche a requisiti di dati e altri requisiti minimi, l'approccio IRB non è considerato una opzione utilizzabile nelle economie in via di sviluppo. L'approccio standardizzato è anche usato da molte banche nelle economie avanzate e sarà usato come base del piano di uscite per le banche IRB, rendendolo universalmente rilevante. Le Economie in via di sviluppo dovrebbero incorporare i nuovi standard focalizzandosi sui loro portafogli di credito più rilevanti. Considerando che la revisione finalizzata fatta dal Comitato di Basilea ha mantenuto la solita struttura prescritta dal Basilea II, non c'è nessun bisogno di rinnovare l'intero quadro in una volta sola. Il trattamento regolatorio per i portafogli di mutui immobiliari, per intenderci, ha avuto delle scorciatoie sotto le regole standardizzate del Basilea I ed il Basilea II, nonostante la loro importanza nella maggior parte dei paesi. Il nuovo approccio standardizzato ha raggiunto progressi realizzando il quadro in modo più chiaro e più sensibile al rischio e, così, potrebbe essere considerato dalle Economie in via di sviluppo dove tali portafogli sono significanti. Altri portafogli, come prestiti al dettaglio, hanno avuto revisioni che hanno generato un trattamento più granulare tramite la distinzione, ad esempio, tra strutture che girano e operatori. Comunque, queste distinzioni sono tipicamente meno rilevanti per le Economie in via di sviluppo.

### **1.3.3 Internal Rating Based Approach**

Oltre l'approccio standardizzato, il Basilea II propone altri due approcci nei confronti della ponderazione di rischio del capitale, entrambi conosciuti con l'acronimo IRB, dall'anglosassone Internal Rating Based. Questi approcci incoraggiano le banche a creare il loro sistema interno per la valutazione del rischio con l'aiuto dei regolatori. Forzando le banche ad aumentare le loro riserve ponderate per il rischio del 6% se utilizzassero l'approccio standardizzato, il Comitato di Basilea offrirebbe alle banche la possibilità di riserve inferiori e quindi una più alta profittabilità, sempre nel caso in cui questi approcci interni siano adottati.

Il primo approccio *Internal Rating Based* è conosciuto come Foundation IRB. In questo approccio, le banche grazie all'approvazione dei regolatori, possono sviluppare la probabilità dei modelli di default che provvedono una ponderazione di rischio interna per i loro libretti di prestito. I regolatori provvedono le assunzioni in questi modelli; ovvero la probabilità di perdita per ogni tipo di asset, l'esposizione di una banca ad un asset a rischio al momento del suo default, e la maturità associata al rischio con ogni tipo di asset. Nell'IRBAf (foundation-rating-based approach), la stima interna per la probabilità di default (PD) è utilizzata per calcolare il fabbisogno di capitale, mentre altri parametri sono forniti dai regolatori secondo le assunzioni di cui abbiamo parlato precedentemente.

Il secondo approccio (IRB), Advanced IRB, è essenzialmente uguale a Foundation IRB, eccetto per una differenza importante: le banche stesse, piuttosto che i regolatori, determinano le assunzioni per i modelli proprietari del default di credito.

Entrambi gli approcci IRB danno ai regolatori e alle banche benefici significativi. In primo luogo, incoraggiano le banche ad assumersi clienti di tutti i tipi con probabilità di default più basse permettendo a questi clienti ponderazioni di rischio più basse. Queste basse ponderazioni di rischio si traducono in requisiti di riserve più basse, ed in definitiva, una profittabilità più alta per le banche. L'IRB permette inoltre alle banche di impegnarsi nell'auto-sorveglianza; prendersi troppo rischio li forzerebbe a trattenere più denaro di quello che hanno, causando nessun profitto alle banche

Se una banca diventasse illiquida, i regolatori sarebbero meno inclini a chiudere le banche nel caso seguisse le procedure standard del Basilea II. D'altro canto, l'adattamento della ponderazione di rischio permette al capitale addizionale di essere incanalato al settore privato, e poiché spesso e volentieri il settore pubblico non è considerato affidabile secondo assunzioni, sarebbe più adatto per le banche a prestare a fonti private, aumentando la profondità del settore bancario in un paese, e quindi, incoraggiando la crescita economica. Non si possono nascondere sotto una categoria arbitraria di rischio rischi "poveri", impedendo la tendenza delle banche a muovere i rischi attorno a pesi basati in categorie.

Nell'approccio basato sui rating interni, le attività ponderate per il rischio (RWA), dall'inglese Risk Weighted Assets sono per la maggior parte delle classi ottenute come una funzione delle componenti di rischio. Qua sotto possiamo vedere quali parametri sono stati utilizzati nei vari approcci, confrontando l'approccio standardizzato e l'approccio IRBA (facendo distinzione fra quello foundation e quello avanzato). La funzione a cui facciamo riferimento è la seguente:

$$RWA = f(PD, LGD, EAD, M).$$

Dove PD significa Probabilità di Default, LGD significa Loss given Default, EAD Exposure at default e M che sta per Effective Maturity. Queste componenti di rischio sono parametri interni di stima delle quali alcune sono stime dei supervisori.

Ci sono 5 classi di asset regolamentari: azienda, sovrano, banca, distribuzione (retail) ed equity. L'azienda ha 5 specifiche sottoclassi per prestiti specializzati. La classi di Retail si suddivide in tre sotto classi. L'esposizione di un'azienda è definita come un'obbligazione di una società, una partner o una proprietà. Alle aziende di piccola e media dimensione viene assegnata una correlazione più bassa, fino al 4% rispetto alle aziende più grandi. L'asset class delle aziende comprende anche compagnie di assicurazione. Come dicevamo prima riguardo alle sottoclassi, per quello che concerne le transazioni di prestito specializzate vi sono delle asset class apposta. Nei prestiti specializzati l'esposizione è tipicamente un'entità speciale che è stata creata specificamente per finanziare o operare asset finanziari e dove c'è poco materiale a livello di asset o di attività. Le 5 sottoclassi per prestiti specializzati sono **project finance, object finance, commodities finance, income producing real estate, High**

**volatility commercial real estate.** La probabilità di default per le aziende, banche e l'esposizione al sovrano non è più bassa del tasso di quella ponderata per 5 anni di default annuale. La PD misura il rischio di default del debitore. La stima della probabilità di default deve essere una media di lungo periodo del tasso di default di un anno per il voto specifico assegnato. Le opzioni di stima del rischio di default sono delle stime basate sull'esperienza interna di default, la mappatura dei dati esterni, e le statistiche dei modelli di default. Le serie storiche minime utilizzate per la stima devono essere di almeno 5 anni per una fonte di dati, l'utilizzo ove possibile di serie storiche più lunghe è raccomandato. Si ricorda che più basso è il numero di osservazioni, più alta è l'incertezza sulla stima della probabilità di default e più conservati dovrà essere la calibrazione. La LGD invece riflette fattori di transazione specifica come pegni, anzianità, tipo di prodotto, etc. Nell'approccio IRBf (foundation), può essere assegnato rischio di transazione specifica implicitamente tramite una dimensione di perdita attesa o tramite una dimensione LGD. Nell'approccio advanced IRB la dimensione LGD è l'unica opzione.

Le esposizioni sono misurate al lordo delle prescrizioni specifiche o di rettifiche di valore parziali. L'esposizione a default su un ammontare specifico non dovrebbe essere meno dell'ammontare secondo cui il capitale regolamentare della banca sarebbe ridotto, se l'esposizione fosse cancellata completamente e anche qualsiasi prescrizione specifica. La compensazione di bilancio è permessa sotto le solite condizioni come nell'approccio standardizzato.

### **1.3.4 Perdita attesa**

Come anticipato nel paragrafo precedente per quanto riguarda il calcolo delle attività ponderate per il rischio dell'IRB, dei fattori importanti per il calcolo di quest'ultimo sono LGD ed EAD, ovvero Loss Given Default ed Exposure at Default. Queste due componenti sono fondamentali per il calcolo per la perdita attesa. La perdita attesa misura la quantità di denaro che un creditore si aspetta di perdere dal default del debitore. È calcolata moltiplicando la probabilità di default per l'esposizione al default e per la perdita dato il default.

$$EL = PD * EAD * LGD$$

All'interno del calcolo della perdita attesa vi sono vari fattori che possono influenzare la sua valutazione come: le condizioni macroeconomiche, l'affidabilità creditizia del debitore, il tipo di prestito o lo strumento di credito, e le pratiche di gestione del rischio di credito per un creditore. Un'area importante della ricerca nella perdita attesa è lo sviluppo dei modelli di rischio di credito, questi modelli ci forniscono delle stime riguardo PD, EAD, e LGD, per debitore individuali o debitori di portafoglio. Tra le aree di ricerca nella perdita attesa, viene trattato l'uso di meccanismi di trasferimento del rischio di credito, come derivati di credito e cartolarizzazioni, per gestire e trasferire appunto il rischio di credito. La probabilità di default è sempre connessa con un periodo di tempo. Segnamo EAD il valore dell'asset alla fine del periodo di tempo (exposure) che rappresenta la massima possibile perdita in caso di default e SEV (Severity of Loss) la variabile casuale che

rappresenta la parte di esposizione che sarà impostata in caso di default. Vediamo da cosa deriviamo l'equazione sopracitata;

indichiamo con  $L$  la perdita totale (*Total Loss*), dove  $D$  è la variabile casuale che prende valore 1 con la probabilità  $p$  (PD), e valore 0 con probabilità di  $1-p$ .

$$L = EAD * SEV * D$$

Dalla quale deriviamo l'expected loss, il valore mediano.

Come abbiamo anticipato l'utilizzo della funzione EL per il calcolo di stime riguardo perdite di credito in merito a prestiti e securities di debito, come agli attuali modelli di perdita di credito (CECL) e modelli di perdita attesa (ECL) sotto l'International Financial Reporting Standards (IRFS), è uno dei più ampi ed indiscussi cambiamenti a livello contabile che ha avuto impatti sulle istituzioni bancarie e finanziarie. In precedenza veniva utilizzato un modello basato sulla perdita sostenuta IL (*incurred loss*), nella quale le banche ritardavano il riconoscimento delle perdite di credito fino a che queste non erano state sostenute, mentre invece nell'EL, le banche stimerebbero le perdite attese di credito non solo sulla base dei passati eventi e delle condizioni attuali, ma anche su previsioni ragionevoli e supportate riguardo al futuro, includendo le condizioni economiche future. Vi sono opinioni contraddicenti a riguardo secondo cui modelli EL risulterebbero in informazioni più tempestive e rilevanti, altre controbattono constatando che potrebbe produrre conseguenze economiche negative. In modo più noto, le banche sono preoccupate che le previsioni future sulle perdite attese sono spesso inaffidabili, e riconoscimenti sbagliati riguardo a quest'ultime, potrebbe abbassare la ratio di capitale delle banche, riducendo quindi la disponibilità di credito, rendendo le perdite di credito peggiori durante una recessione, alzando la volatilità dei rendimenti di una banca. Nonostante questo dibattito, analizzando la perdita attesa (EL), le banche hanno riscontrato benefici nelle decisioni riguardo ai prestiti ex-ante per quello che concerne il rischio di prestito, dimostrando che la fornitura tempestiva inerente alla perdita dei prestiti sotto EL ha sempre aumentato l'efficienza generale. Ogniqualvolta la banca riconosce una perdita su crediti nel temporanea, riducendo quindi il suo capitale regolamentare, interventi normativi prevenono che la banca attui delle sostituzioni di asset inefficienti. Questo non significa che un intervento tempestivo sia sempre la migliore soluzione, classificando quest'ultimo come un'arma a doppio taglio considerando che permettiamo scelte di rischio di prestito comprendenti variabili endogene. Interventi tempestivi di frenatura della perdita posteriori allo shift di rischio, potrebbero indurre la banca nell'originare prestiti più sicuri o più rischiosi. Nella maggior parte dei casi questi interventi risultano efficienti, poiché il suo intervento tempestivo genera doppi benefici non solo frenando lo shift di rischio inefficiente, ma aumentando anche gli incentivi ex ante per schermare i debitori. Ci riferiamo a questo effetto come *risk-disciplining* di interventi precoci. Come anticipato precedentemente, al contrario, gli effetti negativi degli interventi di correzione sotto EL

possono originare dei prestiti più rischiosi per le banche. Questo effetto prende il nome di risk-aggravating. Questo effetto di risk-aggravating di azioni preventive è più subdolo, poiché essendo la liquidazione costosa, gli interventi regolatori sono effettive se e solo se il surplus derivato dal guadagno della liquidazione supera i costi. Questo guadagno di surplus deriva dalla sostituzione tra gli asset di più valore e dal preservare il surplus dei prestiti della banca. L'efficienza complessiva della perdita attesa dipende quindi nel trade-off tra i suoi benefici di facilitare gli interventi tempestivi e i suoi effetti reali di disciplinare/distorcere l'incentivazioni all'assunzione di rischi ex ante.

### **1.4 Accordo di Basilea 3**

A seguito della crisi finanziaria globale che aveva fatto sorgere molti dubbi sulla resistenza dell'assetto normativo, in tema di vigilanza bancaria, nel dicembre 2010 il Comitato di Basilea sulla Supervisione Bancaria (BCBS), pubblicò un set di raccomandazioni, poi rivisitate in Giugno 2011, che prende il nome di Basilea III. Il titolo vero e proprio del nuovo accordo di Basilea è il seguente, *Basel III: A Global Regulatory Framework for More Resilient Banks and Banking System*. Come possiamo intuire dal titolo, il Basilea III è frutto di limitazioni e preoccupazioni all'interno del panorama bancario, dove a seguito della crisi finanziaria, i dirigenti delle banche dovevano un ingente ritorno riguardo gli investimenti degli stakeholders, e dall'altra parte, i supervisori bancari come constatato nel Basilea II, richiedevano di trattenere un'ammontare sostanziale di capitale. È importante ricordare come già stabilito nei capitoli precedenti che la BCBS non stabilisce leggi o regole per qualsiasi istituzioni finanziaria direttamente. Agisce solamente con capacità di consulenza. Sta ad ogni legislatore dei paesi facenti parte del Comitato applicare alle istituzioni finanziarie tali raccomandazioni. Il contesto del Basilea II è una risposta da parte del Comitato alla crisi finanziaria globale. Si rivolge a numerose carenze nel quadro regolamentare precrisi e provvede le fondamenta per un sistema bancario resiliente che aiuterà ad evitare il costruirsi di vulnerabilità sistematiche. Il quadro aiuterà il sistema bancario a supportare l'economia reale attraverso il ciclo economico. Andiamo a vedere quali lacune è intento a coprire e quali aggiustamenti in termini di valutazione del rischio di credito in controparte. Il Basilea III quindi si concentra nel rafforzare queste componenti del quadro normativo:

- Migliorare la qualità del capitale regolamentare di una banca tramite la focalizzazione sul capitale di classe 1 (CET1) destinato all'assorbimento delle perdite in attività;
- Aumentare il livello dei requisiti patrimoniali per assicurare che le banche siano abbastanza resilienti per sostenere le perdite in tempi di stress;

- Aumentare la cattura di rischio revisionando le aree di ponderazione di rischio dell'ambito del capitale che dimostrano di essere acutamente fuori calibro, includendo gli standard globali per il rischio di mercato, il rischio di controparte e la cartolarizzazione;
- Aggiungendo elementi macroprudenziali al quadro regolamentare quali; (1) introduzione di riserve di capitale che sono costruite in tempi buoni e possono essere prelevati in tempi di stress per limitare la pro-ciclicità; (2) stabilire un grande regime di esposizioni che mitighi il rischio sistematico che sorge dalle interconnessioni tra le istituzioni finanziari e le esposizioni concentrate; (3) e mettendo apposto le riserve di capitale per indirizzare le externalità createsi da banche di rilevanza sistematica;
- Specificando un requisito di leva finanziaria minimo per restringere l'eccesso di leva nel sistema finanziario e integri il rischio ponderato dei requisiti di capitale.

Il Comitato di Basilea nel progettare il Basilea III pensò che tra le priorità assolute vi fosse il bisogno di rafforzare la qualità, la consistenza, la trasparenza di base del capitale regolamentare. Come abbiamo affermato in precedenza, il bisogno di avere delle riserve di capitale che sostenessero le banche attive a livello internazionale in momenti di difficoltà, rappresenta non solamente un punto di riforma a livello quantitativo, ma soprattutto a livello qualitativo, di fatti le banche internazionalmente attive sono sostenute da riserve di alta qualità che possono assorbire la perdita durante i periodi di recessione o di stress economico.

Andiamo a vedere da cosa effettivamente differisce il Basilea III rispetto agli altri Accordi di Basilea e cosa è cambiato. Il Basilea III mantiene il requisito di capitale totale di una banca che debba essere almeno l'8% dei suoi asset ponderati per il rischio (RWA), richiedendo però che almeno il 75% del capitale totale di una banca consista di capitale facente parte del Tier 1, lasciando solamente un 25% al Tier 2. Nel Basilea I e II i requisiti di capitale degli RWA, erano certamente all'8%, ma con un capitale diviso in due parti uguali tra Tier 1 e Tier 2.

Nello specifico il Tier 1 del Basilea III è suddiviso in due categorie: "Common Equity Tier 1" e "Additional Tier 1". Facendo i calcoli secondo le istruzioni sopra riportate scopriamo che per il "Common Equity Tier 1", il calcolo degli RWAs di una banca deve essere il 4,5 %. Additional Tier 1 si occupa del resto del capitale non trattato all'interno del Tier 1, consistente come precedentemente detto di un ammontare fino al 25% del suo Capitale in totale.

Il primo gruppo del Tier 1, Common Equity Tier 1 è composto dalla somma di questi elementi;

- Azioni ordinarie che soddisfano certi criteri;
- Surplus da emissione di azioni ordinarie;
- Utili non distribuiti;
- Altri utili comprensivi;
- Interessi di minoranza nelle azioni ordinarie delle controllate consolidate;
- Alcuni adeguamenti normativi.

Riguardo alle azioni ordinarie sopracitate, il Basilea III stabilisce dei criteri rigidi riguardanti la classificazione delle quote come common equity. Solitamente il Comitato di Basilea richiede che gli strumenti di riferimento debbano contenere le seguenti qualità per essere ritenuti rilevanti come azioni ordinarie o strumenti facenti parte del Common Equity Tier 1:

- Devono rappresentare la maggior parte dei crediti di una subordinata nella liquidazione della banca;
- Devono avere un principio perpetuo;
- Non devono essere ricomprate indietro, riscattate o cancellate;
- Avere dei dividendi che sono interamente discrezionali alle opzioni della banca;
- Essere riconosciute dagli standard contabili come equity;
- Essere rilasciate come parte di operazione di mercato con una terza parte.

Per quello che concerne invece la rimanente porzione di capitale, ovvero un quarto del totale, consiste di vari tipi di azioni privilegiate e capitale versato che non soddisfa i requisiti del Common Equity Tier 1. Nell'Additional Tier 1 vi sono inclusi delle azioni privilegiate che sono subordinate ai depositanti, ai creditori generali ed al debito subordinato della banca. Vi sono anche alcuni aggiustamenti normativi inclusi nell'Additional Tier 1, come quegli strumenti che non sono soggetti a caratteristiche sensibili al credito e devono essere rilasciati dalla banca ad una terza parte in un'operazione di mercato. In questa categoria gli elementi inclusi non devono contenere una data relativa a Maturity o qualsiasi promessa di riscatto, ed eventuali dividendi pagati al possessore di questi strumenti deve essere esclusivamente a discrezione della banca.

Gli obiettivi invece del Tier 2 sono quelli di provvedere all'assorbimento della perdita su una base "fuori-questione", mentre gli elementi del Tier 1 si riferiscono a fatti che preoccupano in quel dato momento il capitale. Dobbiamo vedere questi due livelli come due funzioni che non sono complementari l'una dell'altra, ma nel caso del mal funzionamento del primo livello, il livello due grazie alla sua elevata qualità di riserve di capitale, dovrebbe fare capo all'assorbimento della perdita. Il livello 2 si pone quindi quasi come un cuscino, nel quale invece di piume d'oca, al suo interno il capitale netto e le passività secondarie, fanno da rivestimento principale. Il Tier 2 include vari tipi di azioni privilegiate con caratteristiche non perpetue e simili al debito come anche a vari tipi di debito subordinato. Alcuni degli strumenti che non si qualificano per il Tier 1, entrano a far parte del Tier 2, poiché non rientravano fra i criteri per entrare a far parte del 1. Il Comitato di Basilea prevede dei criteri per il trattamento del Tier 2 che prevedono che lo strumento in questione;

- Sia subordinato ai depositanti e ai creditori generali
- Non vi deve essere protezione o garanzia da parte della banca.
- Non abbia caratteristiche di crediti sensibili ai dividendi;
- Sia rilasciato ad una terza parte in un'operazione di mercato;

- Non abbia caratteristiche che permettono gli investitori di accelerare i pagamenti in caso di insolvenza, liquidazione, bancarotta.

Nonostante il periodo di crisi varia banche non hanno interrotto le loro distribuzioni dei dividendi o di bonus ai loro dipendenti, erodendo sempre di più il capitale. Questa continua erosione di capitale ha ridotto la capacità delle banche di assorbire le perdite, di conseguenza per queste ragioni, la BCBS ha richiesto come parte del Basilea III, due riserve di capitale addizionali, intese per servire come un'ulteriore difesa contro future perdite. Queste due riserve prendono nome di riserva di conservazione di capitale e riserve controcicliche. Nonostante siano due riserve di capitale diverse, il loro principio comune è quello di raccogliere denaro, costruire delle vere e proprie piscine di capitale durante i tempi buoni, ovvero periodi di ottima crescita, che possono essere affondate da periodi di declino dove la maggior parte delle perdite inaspettate si manifestano.

Prima della crisi finanziaria molte banche e altre istituzioni finanziarie avevano costruito una leva che era vista come eccessiva, mostrando nel mentre un buon coefficiente di capitale come misurato in confronto ai RWAs. Il Comitato ha quindi deciso di adottare ulteriori misure per rinforzare i requisiti di capitale basati sul rischio preesistenti, introducendo con il Basilea III un coefficiente di leva finanziaria "*leverage ratio*", calcolato come la comparazione fra il capitale del Tier 1 con esposizione totale, senza referenze al RWAs. Il target complessivo è un coefficiente di leva finanziaria di almeno 3%. Il Leverage ratio è ancora in corso di lavorazione in quanto il calcolo del suo denominatore presenta ancora qualche difficoltà nel calcolo appunto dell'esposizione totale o "total exposure".

Vediamo su quali punti il Comitato si è esposto in riguardo a cosa debba contenere il calcolo del coefficiente di leva:

- Gli asset delle controllate che sono consolidati per la contabilità devono essere esclusi dalla misurazione dell'esposizione totale se gli investimenti in quelle entità sono dedotti dal Tier 1 per motivi normativi;
- Nel calcolo della total exposure, la compensazione di prestiti e depositi non sarà concessa e garanzie ed altre forme di mitigazione di rischio di credito saranno trascurate;
- Nelle esposizioni saranno inclusi derivati utilizzando il metodo di prestito equivalente prescritto dal Basilea III;
- Elementi fuori bilancio devono essere inclusi nel calcolo utilizzando un fattore di conversione del credito di 100 percento.

Dai seguenti punti capiamo che è molto difficile il calcolo del leverage ratio e le banche dovranno lavorare molto per le imposizioni fatte dal Basilea III su quest'ultimo. Dovranno utilizzare un modello per il calcolo dei loro requisiti patrimoniali basati sul rischio, ed un modello separato, per il calcolo della total exposure per i motivi della leverage ratio. Assicurare

efficienza attraverso le giurisdizioni sarà molto importante, anche se le banche utilizzeranno altri metodi contabili.

Il mercato troverà queste informazioni addizionali utili ed interessanti, ma non sappiamo se queste misurazioni addizionali avranno effettivi positivi sui comportamenti di prestito.

#### **1.4.1 Trattamento del Credito di rischio di controparte.**

Il rischio di credito di controparte è il rischio che la controparte dichiari default prima della scadenza del contratto e non rispetti tutti i pagamenti richiesti dal contratto. Solamente i contratti Over the Counter (OTC), ovvero quelli negoziati privatamente, quindi derivati ed operazioni di finanziamento titoli (STF), sono soggette al rischio di controparte. I derivati negoziati in borsa non sono affetti dal rischio di controparte, perché lo scambio garantisce il flusso di cassa promesso dal derivato alla controparte. Siamo sempre nell'ambito della perdita, quindi nonostante sia un argomento separato, fa sempre riferimento a tutti gli ambiti di perdita economica all'interno del rischio di credito. Se una controparte in un contratto derivato commette default, la banca deve chiudere le sue posizioni con la controparte in stato di default. Per determinare la perdita proveniente dalla controparte, è conveniente assumere che la banca entri in un contratto simile con un'ulteriore controparte per mantenere la sua posizione di mercato. Dato dal fatto che la posizione di mercato rimane invariata, la perdita è determinata dal costo di sostituzione del contratto al tempo di default. Dunque, l'esposizione di credito di una banca che ha un singolo contratto derivato con una controparte, è il massimo del valore di mercato del contratto e zero. Il valore del contratto  $V$  al tempo  $(t)$  è denotato da:

$$E(t) = \max(V(t), 0)$$

In generale, quando vi è più di uno scambio con una parte in default ed il rischio di controparte non è mitigato in nessun modo, la perdita massima per la banca è uguale alla sommatoria delle esposizioni creditizie a livello di contratto è:

$$E(t) = \sum E(t) = \sum \max(V(t), 0)$$

Questa esposizione può essere enormemente ridotta mediante accordi di compensazione. Cos'è un contratto di compensazione? Un contratto di compensazione è un contratto legalmente vincolante tra le due controparti che, nell'evento di default, permettono l'aggregazione di transazioni tra di esse. Vediamo di quanto si riduce la totale esposizione del credito al momento di default:

$$E(t) = \max\left\{\sum\{V(t), 0\}\right\}$$

Vi sono vari componenti all'interno del calcolo del livello di distribuzione dell'esposizione del credito di controparte; in primo luogo, andiamo ad analizzare futuri scenari di mercato, simulati per un set fisso di simulazioni di date utilizzando modelli dei fattori di rischio. Per ogni simulazione di data e per ogni realizzazione dei fattori di rischio dei mercati sottolineati, sono utilizzati strumenti di valutazione per ogni scambio nel portafoglio della controparte. Infine,

per ogni simulazione e per ogni realizzazione di quest'ultimi, il livello di esposizione della controparte è ottenuto secondo le equazioni qui sopra utilizzate. Andiamo a vedere come tramite la generazione di scenari futuri di mercato possiamo determinare le esposizioni di credito. Nella generazione di questi scenari di mercato vi sono due modi: il primo è tramite un percorso tra i fattori di mercato attraverso il tempo, in modo che ogni simulazione descrive una possibile traiettoria dal tempo  $t=0$  alla simulazione più lungo in termini di data  $t=T$ . l'altro metodo riguarda una traiettoria che va da tempo 0 alla data rilevante per la simulazione  $t$ . questi due metodi si chiamano "Path Dependent Simulation" e "Direct Jump to Simulation Date", PDS e DJS. Qua sotto vediamo un quadro di simulazione per l'esposizione di credito. Ogni scenario di mercato ha a che fare con fattori di prezzo che influiscono sugli scambi del portafoglio.

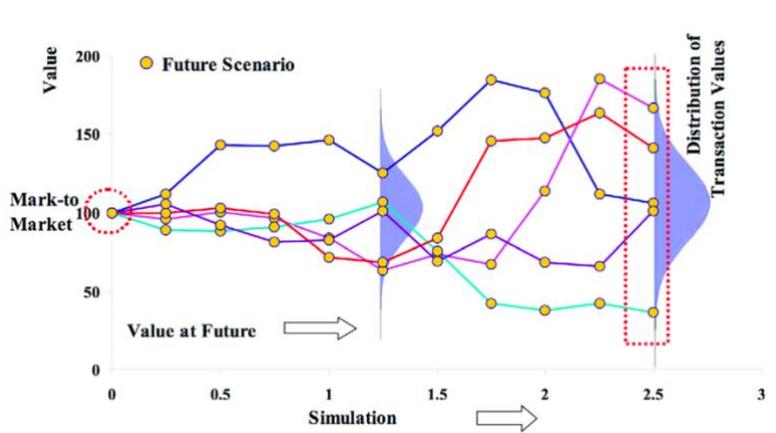


Figura 1 - Simulazione per Credit Exposure

Gli scenari sono specificati tramite differenziali stocastici, tipicamente quest'ultimi descrivono un processo Markoviano e sono solvibile in forma chiusa. Come dicevamo prima per quanto riguarda i fattori di prezzo, una scelta frequente per modelli di tassi FX e indici azionari è l'equazione generalizzata del movimento di Brown dato dalla seguente equazione:

$$dX(t) = \mu(t)X(t)dt + \sigma(t)X(t)dw$$

Dove  $\mu$  è la variabile dipendente del tempo e la variabile delta (t) determina la volatilità dipendente dal tempo. Partendo da questa equazione di base, può essere sostituita per ogni modello a seconda che si scelga il PDS o il DJS.

Per ciascuno dei modelli l'equazione stocastica si trasforma nel seguente modo per il modello PDS:

$$X(t_k) = X(t_{k-1}) \exp\left([\bar{\mu}_{k-1,k} - \frac{1}{2}\sigma_{k-1,k}^2](t_k - t_{k-1}) + \sigma_{k-1,k} \sqrt{t_k - t_{k-1}} Z\right)$$

Per il modello DJS invece si presenta nel modo seguente:

$$X(t_k) = X(0) \exp\left([\bar{\mu}_{0,k} - \frac{1}{2}\bar{\sigma}_{0,k}^2]t_k + \bar{\sigma}_{0,k} \sqrt{t_k} Z\right)$$

Adesso guardiamo a livello grafico come si presentano questi due modelli

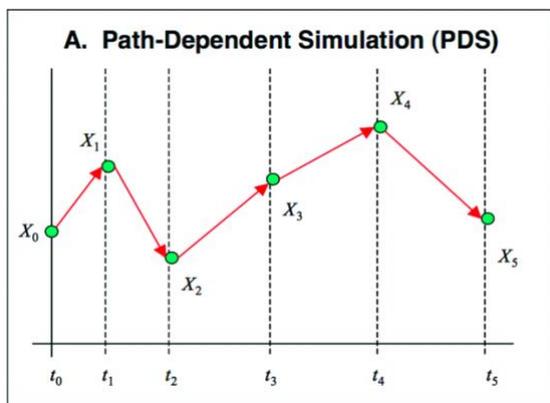
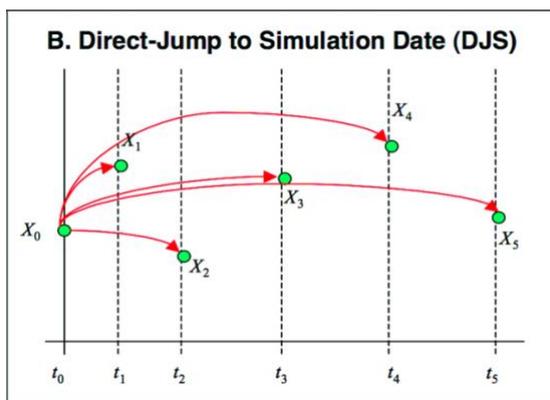


Figura 2 - Path Dependent Simulation and Direct Jump



Il Basilea II permetteva alle banche di calcolare il rischio delle attività di portafoglio utilizzando il modello VaR (Value-at-Risk). Questo modello produceva dei requisiti patrimoniali più bassi rispetto alle regole applicabili agli stessi asset se trattenuti come investimenti nel libro bancario. Le lacune del preesistente adeguamento di capitale erano particolarmente evidenti nella valutazione del rischio proveniente da transazioni presenti e non presenti nel bilancio e derivati relativi alle esposizioni. Gli step iniziali per far fronte a queste situazioni furono consigliati dalla BCBS e implementati nel 2009. Il modello VaR per la misurazione del capitale fu integrato da ulteriori requisiti per far fronte alle turbolente condizioni di mercato. Il modello stressato per il calcolo del capitale con il modello VaR è calcolato utilizzando un modello calibrato sul VaR considerando un periodo di 12 mesi di condizioni finanziarie in periodi di stress, per calcolare il nuovo requisito di capitale.

È in continua revisione il trattamento delle esposizioni dei portafogli di negoziazione e dell'industria di cartolarizzazione. Due aree sui poniamo maggiormente attenzione sono il rischio di credito di controparte ed i rating esterni, includendo eventuali effetti chiamati scoglio, associati a quest'ultimo. Il Basilea III dà molta importanza al calcolo del fabbisogno di capitale nel peggiore degli scenari. Facendo così, il BCBS si concentra su degli argomenti chiave.

Chiamandolo con il proprio denominativo anglosassone lo *Stress Testing of default risk*, ci riferiamo alle banche che per calcolare i requisiti patrimoniali in caso di inadempimento utilizzano una calibrazione di stress come parte del calcolo di esposizione. Facciamo riferimento alle serie storiche degli ultimi tre anni per la calibrazione dello stress, che deve

includere un periodo di reale aumento di spread creditizio per una sezione trasversale delle controparti di una banca o utilizzi dati impliciti di mercato. I dati devono essere aggiornati in via trimestrale o più frequentemente se le condizioni di mercato lo richiedono. Per aggiustare l'adeguamento del suo modello di stress, la banca deve misurare i suoi calcoli in riferimento ai benchmark di portafoglio che condividono le solite suscettibilità di mercato quanto la banca e che sono calcolate utilizzando dati calibrati similmente.

*L'aggiustamento della valutazione del credito* è un altro elemento di elevata importanza nel calcolo del rischio di controparte: insieme al capitale di rischio di default, le banche richiederanno di trattenere capitale contro le perdite segnate a mercato provenienti da un declino nella affidabilità creditizia della controparte. Le operazioni di finanziamento garantite non sono coperte finché potenziali perdite in un dato caso sono materiale presunto dal regolatore di una banca. Il calcolo sarà fatto sulla base di una valutazione equivalente ad un bond, nonostante l'esatto metodo di calcolo dipenderà da modelli approvati dalla banca, indipendentemente se la compensazione è permessa.

*Rischio di correlazione sfavorevole* è un'altra misura per migliorare la valutazione del rischio di credito di controparte. Il rischio aumenta quando l'esposizione di una banca ad una controparte diminuisce. Sotto il Basilea III, sarà richiesto alle banche di monitorare il rischio di correlazione sfavorevole sia tramite analisi di settore definiti e tramite la referenza a transazioni specifiche. In quest'ultimo caso, le riserve di capitale saranno aggiustate sulla base di piene perdite di valore attese. Non saranno quindi incluse quelle transazioni in qualsiasi set di transazioni con la controparte.

Come abbiamo discusso nei capitoli precedenti, un tipo di rischio a cui prestare attenzione è quello sistematico. Per far fronte ad un potenziale rischio sistematico proveniente da fallimento o da default di un grande market player, un moltiplicatore di 1.25 sarà applicato alla correlazione dell'esposizione del valore di asset.

Come parte del Basilea III sono state prese una serie di misure volte a migliorare il calcolo e la gestione delle garanzie. Sono state stabilite dei periodi minimi a rischio per i calcoli dei margini sulle serie di operazioni di compensazione a cinque giorni lavorativi per le operazioni di tipo repo e dieci giorni lavorativi per tutte le altre. Questo minimo può aumentare fino a venti giorni lavorativi per quelle serie che eccedono un totale di transazioni o per quelle serie che coinvolgono garanzie illiquide o derivati difficili da rimpiazzare. Le banche attive nei mercati dei derivati stanno utilizzando sempre di più margini per ridurre il rischio di credito di controparte. Un accordo di margine è un contratto legalmente vincolante che richiede uno o più controparti per pubblicare garanzie quando le esposizioni prive di quest'ultime eccedono la soglia e per pubblicare garanzie addizionali se questi eccessi aumentano sempre di più. Per ridurre la frequenza di scambi di garanzie, un minimo ammontare di trasferimento è stato

specificato e questo permette che nessuna garanzia occorra a meno che non ecceda il minimo ammontare.

## **2. Il Rischio di Credito; dentro la valutazione del Credito.**

<sup>3</sup>Il Rischio di Credito, e la sua valutazione, sono sempre stati tra i temi più ricercati e analizzati all'interno della letteratura bancaria. Quello che potrebbe sembrare una banale analisi dei rischi di inadempimento da parte della controparte, nasconde al suo interno varie sfaccettature che sono difficili da determinare, e quando determinabili, richiedono un calcolo matematico degno di nota e precisione. All'interno del mondo bancario e finanziario, il rischio di credito riceve non solo particolari linee guida da seguire in termini normativi, bensì anche in termini di calcolo di affidabilità di un prestito, come constatato nei capitoli prima in modo generico, per quello che concerne il rating. Sono infatti preposte vere e proprie agenzie di rating per l'assegnazione di un punteggio riguardante la probabilità del corrispondente a rispettare le obbligazioni contratte. Il rischio di credito è definito come il potenziale che la controparte contrattuale possa fallire nel rispettare le sue obbligazioni secondo i termini stabili all'interno del contratto. Come sappiamo e già constatato nei paragrafi precedenti, il rischio di credito è spesso riferito al rischio di default, rischio di performance o rischio di controparte. Tutte queste caratteristiche appena citate si riferiscono essenzialmente alla stessa cosa, l'impatto che gli effetti del credito hanno sulle transazioni di un'azienda. Queste tre caratteristiche che definiscono il rischio di credito sono: l'esposizione della controparte alla probabilità di default o che quest'ultima possa soffrire di cambi avversi nelle sue performance, la probabilità che questa parte possa commettere default sulle sue obbligazioni, il tasso di recupero qualora il default abbia luogo.

Il quadro normativo del rischio di credito ha subito delle variazioni importanti in tema internazionale, dalla costituzione del Comitato di Basilea, al Basilea III post-crisi finanziaria dei mutui subprime. La mitigazione del rischio di credito è un argomento costantemente in evoluzione per quanto riguarda le economie emergenti e di continuo perfezionamento per le economie già sviluppate.

La stessa Autorità Bancaria Europea ha predisposto delle tecniche di mitigazione del rischio di credito. È stata posta una grande enfasi sulla gestione del rischio stesso. Gli Stati Uniti hanno pavimentato la strada per la mitigazione del rischio di credito, con prestiti bancari record nonostante i defaults di bond di aziende pubbliche causate da sfortunati eventi e da ristrutturazioni della leva provenienti da recessioni economiche. La necessità di modelli di valutazione fu colmata con il Basilea II, ma solo momentaneamente, visto che la maggior

---

<sup>3</sup> Credit Risk Management by Ken Brown, Petere Moles  
Corporate financial distress, restructuring, and bankruptcy analyze leveraged finance, distressed debt, and bankruptcy (Altman, Edward I. Hotchkiss, Edith

parte dei modelli di valutazione necessitava una attenta revisione, che richiedeva più tempo e <sup>4</sup>dedizione.

La gestione del rischio si concentra principalmente nella riduzione della volatilità degli utili e nell'evitare grandi perdite. La corretta gestione del rischio fa capo a delle fasi molto specifiche e ben delineate. Il processo proprio di gestione del rischio riguarda l'identificazione del rischio, la misurazione e la quantificazione del rischio e lo sviluppo di strategie per la gestione di quest'ultimo. Le istituzioni finanziarie possono affrontare vari tipi di rischio: rischio di mercato associato a cambi inaspettati nelle valute e nei prezzi, rischio di credito che viene associato <sup>5</sup>a cambiamenti inaspettati nei valori associati a cambi nella qualità del credito, rischio di liquidità, ovvero che il costo di aggiustare posizioni finanziarie possa aumentare sostanzialmente o che l'azienda possa perdere accesso ai finanziamenti, il rischio operativo associato a fattori umani come la condotta fraudolenta, fallimento del sistema ed errori di scambio, ed infine il rischio sistematico, ovvero reazione della catena alla crisi che influenzano l'intero mercato. Negli ultimi anni il rischio di credito è stato un punto focale, dovuto principalmente alla crisi finanziaria internazionale che ha toccato un grande numero di istituzioni finanziarie. Le banche classificano i loro clienti (aziende) in termini di probabilità di default, una variabile che è essenziale per il ranking dei clienti quando si prendono decisioni finanziarie.

Come discusso in precedenza per quanto concerne il default, la PD può essere ottenuta tramite una funzione lineare di un set di variabili finanziarie ed economiche che forniscono informazioni a proposito di aspetti differenti riguardo ai clienti ovvero le aziende: la grandezza, la liquidità, la solvenza, la profittabilità ed il debito. Un modello di score o di ranking combina queste variabili in modo da ottenere una valutazione accurata della probabilità di default, servendo quindi per automatizzare la valutazione dei processi di misurazione del rischio di default tra le istituzioni finanziarie. La prima preoccupazione per la gestione del rischio riguarda il possibile default e che possa sopportare grandi perdite, a seguito dell'utilizzazione di strumenti inadatti.

Le successive priorità sono esposizioni minori con alto rischio e grandi esposizioni con minore rischio. Le strategie per la gestione del rischio sono la chiave per un successo di lungo termine per le banche. Nell'attività bancaria moderna, la gestione del rischio è vista come compagna di vendite e produzione. Andiamo a vedere quali sono le funzioni chiave del rischio:

---

<sup>4</sup> Credit risk analytics measurement techniques, applications, and examples in SAS (Baesens, Bart Roesch, Daniel Scheule, Harald

<sup>5</sup> Credit Risk Management (Andrew Fight) 2004

- **Analisi di Rischio**, poiché la gestione di quest'ultimo si concentra sull'analizzare i rischi delle transazioni che le banche prendono a seguito dei loro affari, che prendono il nome dei rischi prima citati, ovvero rischio di credito, di mercato e operativo.
- **Decisioni di investimento e di prezzo** svolgono un ruolo importante tra le decisioni chiave nella gestione del rischio. Il rischio è coinvolto nelle decisioni agli stadi iniziali degli investimenti, poiché è molto meglio occuparsi del rischio ai principi delle operazioni, piuttosto che cercare di rimediare in corso d'opera, un po' come il detto meglio prevenire che curare.
- La gestione del rischio di credito si è evoluta da un approccio qualitativo ad un approccio **quantitativo**, tramite la quantificazione del rischio. È importante monitorare anche la posizione del rischio a diversi livelli del portafoglio e a livello della banca totale.
- **Il monitoraggio del rischio** è un altro aspetto fondamentale all'interno della sua gestione, poiché ci fornisce informazioni su come il rischio si stia muovendo e se stia rispettando le nostre misurazioni ed aspettative iniziali. Soprattutto sulle maturità più lunghe vi sono fattori che possono provocare cambiamenti importanti, come aspetti finanziari, di mercato e situazioni macroeconomiche.
- La gestione del rischio è un **consulente strategico** che indica ai dirigenti quale tipo di prodotti dovrebbe prendere. Sonda se la strategia di investimento e la posizione di ritorno di rischio globale sono in linea con la strategia della banca.
- Per quello che concerne il capitale rischio dalla banca per assorbire le perdite inattese, quando quest'ultime eccedono le aspettative, le riserve di capitale devono far fronte alle perdite inaspettate per assorbirle al meglio. Quando la riserva di capitale è insufficiente, la banca diventa **insolvente**. Il rischio di solvenza dipende dalla possibilità di perdite inattese gravi e dal livello di capitale. Come affermato nei capitoli precedenti, il Basilea II definisce le regole nelle quali una riserva di capitale più ampia sia richiesta per le posizioni più rischiose.

Come dicevamo prima, nella gestione del rischio vi è un processo accurato da seguire.

Il primo step riguarda l'**identificazione** del rischio, che ha inizio tramite l'analisi delle fonti dei potenziali di rischio o nell'identificare minacce. L'identificazione di rischi e minacce presuppone un'elevata ed accurata conoscenza dei prodotti finanziari. Il rischio primario è la mancanza di abilità di identificazione nell'organizzazione dovuto a competenze insufficienti.

Lo step successivo all'identificazione riguarda la misurazione, ovvero come abbiamo prima constatato la quantificazione di quest'ultimo. Per il rischio di credito questo significa che si deve determinare l'effettiva probabilità di default e quanto il cambio dei driver di rischio possano impattare appunto sulla PD. Per la quantificazione del rischio, quando non è possibile fare riferimento ad eventi passati, si applicano modelli teorici ed conoscenza

esperta. Naturalmente come i problemi quotidiani che affliggono la vita di molte persone, ci sono tre vie possibili da seguire, affrontare, evitare o ridurre il problema. Così è anche per il rischio, ove possiamo scegliere di ridurre quest'ultimo, evitarlo o accettarlo.

Mitigare il rischio implica che vi si prenda una parte, ma non tutta. Per le controparti con alti livelli di rischio, possono essere richieste delle garanzie che la banca venderà in caso di default. Il valore proveniente dalla vendita delle garanzie riduce il rischio per la banca. Questa scelta può essere in determinate occasioni non fattibile. Per quello che riguarda evitare il rischio, è uno dei modi più semplici, poiché prevede che non si investa in prodotti che sono molto rischiosi o per i quali il rischio non è stato compreso. L'elusione del rischio non prevede evitare "tutto il rischio", una strategia potrebbe essere scegliere delle buone controparti e non investire in quelle con un'alta probabilità di PD.

Infine l'accettazione del rischio o il suo mantenimento è tipicamente applicata a quegli asset con basso rischio. Il Rischio è più facile da accettare quando è ben diversificato, poiché quando parliamo di diversificazione, questa può essere fatta in vari modi; quando andiamo a scegliere degli asset, la loro diversificazione può essere a livello settoriale, a seconda dei settori in cui operano determinate aziende, a livello geografico, questo riguarda il paese di provenienza dell'asset, a livello di posizione sul mercato oppure anche in base alla scelta dello strumento finanziario e delle posizioni con cui si vuole "giocare", long e short.

Con l'avvento delle nuove tecnologie, una volta che la strategia da compiere sul mercato è stata scelta, il rischio viene valutato da persone addette, modelli statistici ed infrastrutture IT, per i nuovi investimenti. L'effettività delle strategie di gestione del rischio sono valutate costantemente, viene verificato se i risultati sono sempre in linea con le aspettative, questo include la valutazione dei fattori di rischio e la misurazione del processo con test retrospettivi.

## **2.1. Credit Risk Management**

Per iniziare a parlare più nello specifico della gestione del rischio di credito, ripartiamo da dove siamo rimasti per quello che concerne i metodi di valutazione del credito. Determiniamo inizialmente l'affidabilità creditizia della controparte. In modo da determinare lo status della controparte, gli analisti di credito utilizzano tipicamente una combinazione di dati contabili e finanziari e variabili non finanziarie. Alcuni di questi metodi includono un approccio soggettivo, come il metodo giudicante mentre altri riguardano approcci più sistematici con l'utilizzo di tecniche quantitative per valutare un credito contro i suoi benchmark oggettivi. I diversi approcci sono quello **giudicante**, il quale applica l'esperienza del valutatore e la capacità di distinguere e comprendere a seconda dei casi la decisione di accettare o rifiutare il credito. **Sistemi esperti** che utilizzano un approccio di gruppo per giudicare i casi o formalizzare delle decisioni

giudicanti tramite sistemi di prestito e procedure varie. Il **modello analitico**, basato appunto su dati quantitativi, come anche i modelli statistici. Infine i **modelli di mercato** che fanno affidamento su contenuti informativi dei prezzi del mercato finanziario come indicatori di solvenza. La gestione del rischio di credito è composta da un processo di valutazione che consiste nella definizione dell'ambiente tramite la recezione di informazioni e la loro analisi, una definizione dei problemi, ed infine le decisioni da prendere in merito ai dati analizzati. Che tipo di dati si necessitano per una corretta valutazione? I dati provenienti dall'ambiente economico sono dei report riguardo alle aziende, news reports, dichiarazioni finanziarie, prezzo di mercato delle securities dell'azienda. Questi risultati sono utilizzati successivamente nello spazio relativo alle decisioni principalmente per raggiungere una decisione riguardo la sovvenzione o no del credito. Per motivi operazionali, la valutazione del credito è utilizzata per classificare un'azienda specifica in una classe di credito data. Secondo il rating fornito dal S&P500 le classi di credito sono divise in AAA, AA, A, BBB, BB, B, C e D. Visto le aziende appartenenti alla stessa classe di credito verranno tutte trattate equivalentemente.

Quindi questi principi che portano alla decisione, in seguito alla valutazione del rischio, sono tradotti nell'organizzazione giornaliera tramite procedure scritte che determinano come le controparti sono selezionate. La strategia di gestione del rischio sono definito come parte di una strategia generale. In particolare, la gestione del rischio di credito necessita di promuovere un clima per una buona attività bancaria dove i prezzi sono in linea con i rischi presi. La migliore strategia di rischio è quella che è in linea con la strategia di business. Spesso non è quella che minimizza la perdita, ma quella che provvede una buona qualità di credito rispettando gli obiettivi di business. L'effettività del rischio di credito è verificata dal controllo interno di rischio e dalla revisione che monitora la disciplina di credito, norme relative a prestiti, politiche di approvazione, l'esposizione al rischio che come antedecentemente citato riguarda la Probabilità di Default, la perdita dato il default e l'esposizione a default, e i livelli di rischio del portafoglio. La cultura del credito è supportata dai top management e da una forte gestione del rischio di credito.

Per quello che concerne l'analisi del credito, quest'ultima è molto importante poiché ci fornisce indicazioni riguardo alla compagnia a cui andremo a prestare il danaro e la loro probabilità o meno di rispettare le obbligazioni. La portata dell'analisi del credito è determinata da: la dimensione e la natura dell'indagine, i potenziali affari futuri con l'azienda, la disponibilità di sicurezza a supportare prestiti, le relazioni esistenti con i consumatori. Nel valutare la proposta di prestito per un'azienda è spesso necessario ottenere riferenze riguardo a crediti e scambi, esaminare le condizioni finanziarie del beneficiario, consultarsi anche con il consiglio legale riguardante un aspetto particolare

<sup>6</sup>della bozza del contratto di prestito. Tutto ciò serve per verificare le condizioni di <sup>7</sup>affidabilità creditizia di un progetto di prestito non in senso troppo diminutivo e stretto. Sarà spesso necessario per l'analista per posizionare le condizioni finanziarie del beneficiario all'interno dell'ampio contesto di cui prima parlavamo anche in termini di rating. Come abbiamo detto è importante posizionare un'azienda all'interno di una classe di rating per comportarci in modo eguale con tutte le aziende che ricadono all'interno della solita classe. L'esame del contesto più ampio ci aiuta a porci domande riguardo alle condizioni della corporate in un contesto di mercato, poiché come sappiamo abbiamo spesso a che fare con business ciclici o controciclici, per questo è importante domandarci se questo andrà ad influenzare nel lungo termine il cash-flow dell'impresa. Quali sono le condizioni economiche generali e se le condizioni socio-politiche sono appropriate nel paese in cui l'impresa opera.

Avendo preparato la base per una corretta analisi delle condizioni del beneficiario, del creditore, del credito stesso, andiamo a vedere quali tipi di prestito sono possibili per un possibile debitore.

Nel valutare l'affidabilità creditizia dell'azienda è giusto capire che tipo di prestito è proposto in modo da definire l'approccio per la valutazione della probabilità del debitore di ripagare il prestito. I vari tipi di prestito possono essere temporali e stagionali, prestito di investimento in funzione o Cash-flow lending. Per questo la normativa relativa al rischio di credito è stata leggermente modificata dall'EBA (European Banking Authority), in occasione del Covid-19, poiché molte attività che richiedevano prestiti di tipo stagionale relativi ai loro tipi di attività sono stati indirettamente danneggiati (come del resto anche tutte le altre aziende). Prendendo in esame i tipi di prestiti stagionali, quest'ultimi finanziano il breve periodo stagionale per la costruzione di asset correnti/funzionanti. Le fonti per ripagare questo tipo di prestito derivano dalla conversione avvenuta con successo delle materie prime in beni completi, che sono state vendute ed il pagamento ricevuto. Qual è il rischio? L'incapacità di recuperare i costi attraverso la mancata conversione degli asset nel processo da materia prima a bene completo, per questo la valutazione del credito viene fatta accuratamente, poiché in tempi odierni è difficile poter calcolare il rischio legato a questo tipo di costo. Negli ultimi anni non è bastato il Covid ma anche il Climate Change ha scosso pesantemente le aziende, portando ad una trasformazione del loro processo di lavorazione simile a quella del dopoguerra, dove invece delle armi, le occasioni di investimento erano le mascherine e prodotti per l'igiene personale. Il Working investment finance, invece, è un metodo per finanziare un bisogno di lungo termine tramite strutture

---

<sup>6</sup> “Specification Analysis of Structural Credit Risk Model” by Jing-Zhi Huang, Hao Zhou

<sup>7</sup> Credit risk models, derivatives and management by Niklas Wagner

funzionali di breve periodo. Il livello del WIF generalmente fluttua, ma ha un collegamento diretto con il livello delle vendite. Più alte sono le vendite, più azioni sono richieste, come anche impianti e macchine. Il Cash Flow lending riguarda le necessità di una azienda di medio lungo termine, tipicamente 5-6 anni. Il prestito consiste nel comprare un asset che ci aspettiamo generare un futuro cash flow e contribuisce verso il ripagamento di un prestito. Gli asset sono finanziati dalla struttura, come impianti e macchinari e attrezzature, ci aspettiamo che producano altri asset i quali, quando convertiti a denaro tramite il completamento del processo di conversione, genereranno sufficienti fondi per ripagare il prestito. Gli asset fissi non vengono considerati per essere convertiti per ripagare il prestito. La preoccupazione primaria in questo tipo di prestito è l'abilità dell'azienda di gestire i cicli per la conversione di asset attraverso gli anni.

## 2.2 Metodi per la Valutazione del Credito

Come abbiamo discusso nel paragrafo precedente, vi sono vari metodi per la valutazione del credito e possiamo categorizzarli come: sistemi esperti, sistemi di rating, credit scoring models, sistema basati sul mercato.

Nella pratica vengono utilizzati una combinazione di metodi per la valutazione delle aziende per predire la loro futura affidabilità creditizia. Il primo metodo riguarda i **sistemi esperti**. Include l'utilizzo di schemi e processi e varia da modelli semplici a modelli molto più formali. Questi modelli sono valutati su una base qualitativa di buono e cattivo credito, un modello tipico di questo tipo comunemente utilizzato sono le **6C del credito**. Questi modelli come intuibili dal nome da cui sono introdotti, si basano sulle esperienze collettive costruite nel tempo, di individui ed organizzazioni, dei processi di credito che sono riflessi in un insieme di procedure operative. La maggior parte delle tecniche per la predizione di attributi di un sistema di rischio di credito o dati di credito, richiedono informazioni numerarie passate sui quali i modelli saranno costruiti o validati. Uno dei problemi maggiori per l'applicazione di algoritmi di Machine Learning nella predizione del rischio di credito è la mancata disponibilità, la scarsità e l'incompletezza dei dati di credito. La maggior parte delle istituzioni finanziarie non condividono i loro dati con le altre organizzazioni, in modo che un database utile con un grande ammontare di dati non possa essere formato. Un altro importante problema è l'utilizzo di set di dati di credito o finanziari con al loro interno dei dati rumorosi. Con dati rumorosi intendiamo l'insieme di dati che sono prelevati erroneamente o sono anomali rispetto ai risultati del dataset. Questo

rumore può essere provocato da varie ragioni. Queste ragioni includono informazioni sbagliate o non riportate, le quali non comportano un beneficio diretto, oppure dati provenienti da un gran numero di diversi consumatori e da diverse banche siano combinati, con alcuni campi lasciati in bianco perché non possono essere raccolti per tutti i clienti. Economisti e ricercatori nel campo della finanza sono sempre più consapevoli dei problemi e dei pregiudizi che possono causare rumore nei dati. Gestire questi dati rumorosi è una questione importante per l'apprendimento classificato, dato che l'occorrere di rumore nel test dei set può influenzare l'accuratezza della predizione. Se ci addentriamo nel solito studio ed utilizzo di dati statistici, potremmo tralasciare delle caratteristiche importanti dei dati. Un'area importante dell'utilizzo dei sistemi esperti è lo studio della finanza. Riguarda principalmente lo studio di rendiconti finanziari di un'azienda per una visione che ci permetta di comprendere la natura, l'attività, ed il rischio inerenti agli affari di un'azienda. Per l'analisi e l'implementazione dei modelli si utilizzano algoritmi ML (Machine Learning), oppure i tre riarrangiamenti SPR, conosciuti come l'interscambio più vicino. Andiamo a vedere su cosa si basano i modelli che analizzeremo in seguito e soprattutto qual è la loro possibile classificazione:

- **Modelli Credit Scoring:** questi modelli utilizzano tecniche statistiche per predire la probabilità di default, analizzando la storia di credito del debitore, il comportamento nelle sue obbligazioni passate e altre informazioni finanziarie. Esempi di credit scoring models sono il modello Logit, il modello Probit, l'Analisi Discriminante ed i Network Neurali.

- **Modelli Risk Rating:** questi modelli assegnano un punteggio di rischio al debitore basato sulla sua affidabilità creditizia, il quale è basato su fattori come il rischio di industria e rischio di impresa, il rischio finanziario e quello di gestione di rischio. Il risk rating è utilizzato per determinare il tasso di interesse appropriato per il debitore e alcuni esempi di modelli risk rating sono il modello Z-score di Altman, il Moody's KMV model, CreditMetrics Model e Financial Condition Index Model.

- **Modelli di Portafoglio** valutano il rischio di credito di un portafoglio di prestiti piuttosto che prestiti individuali. Prendono in considerazione la diversificazione di portafoglio e la probabilità di default di ogni prestito per determinare il rischio di credito complessivo del portafoglio.

- **Modelli Strutturali** utilizzano la teoria finanziaria per stimare la probabilità di default basata sulla struttura finanziaria del debitore, includendo debiti e coefficienti di equity, asset value e flussi di cassa. Alcuni esempi di Modelli Strutturali sono il Modello Merton, il modello in forma di ridotta ed il modello Longstaff-Schwartz.

- **Modelli di Mercato** basati sulle informazioni di mercato per valutare il rischio di credito, come ad esempio i credit default swap, bond spread e prezzo dell'equity. Tra i modelli di

<sup>8</sup>mercato possiamo citare quelli basati sulle informazioni appena citate: Credit Default Swap Model, Bond Spread Model, Equity Prices Model, Stock Market Volatility Model.

- **Modelli di Giudizio Esperto** si affidano alle opinioni degli esperti nell'industria per valutare il rischio di credito. Possono utilizzare una combinazione di fattori qualitativi e quantitativi per valutare il rischio di credito.

È importante notare che ogni modello ha le sue peculiarità e i suoi punti di forza e di debolezza, e non esiste un modello migliore in assoluto, poiché tutto dipende dalle circostanze specifiche del debitore e del creditore. possono essere utilizzate anche una combinazione di modelli per provvedere ad una valutazione migliore del rischio di credito.

### **2.2.1 CRF e Metodo Logica Fuzzy**

All'interno del calcolo e dei processi di valutazione del rischio di credito, vi sono vari tipi di modelli con cui analizzare il CRF (Credit Rating Framework), nella maggior parte di essi, come in quelli di cui tratteremo nel breve, adottano una tecnica neuro fuzzy. Il CRF è designato per misurare tutti i parametri soggettivi ed oggettivi nell'ambiente delle decisioni di credito. Il CRF organizza tutti i fatti dei clienti in 5 livelli a seconda della loro natura o criticità. I parametri di rischio sono trasformati nelle variabili linguistiche della logica fuzzy. Lo studio relativo a queste variabili linguistiche risulta successivamente in punteggi assegnati a quest'ultime. Grazie alla conoscenza di ingegneri ed addetti allo studio delle variabili statistiche, creano un sistema esperto analizzando il processo di pensiero degli esperti umani mentre prendono decisioni e lo traducono in un processo di pensiero esperto in una serie di regole "allora se...".

Per la valutazione vengono presi in considerazione i fatti sui clienti raccolti da varie fonti. La valutazione dell'affidabilità di credito viene fatta utilizzando il CRF. La conoscenza di base del CRF è il deposito delle categorie ove il CRF è applicabile, come la produzione, lo scambio e il settore dei servizi. Il motore di inferenza Fuzzy valuta il cliente in termini numerici traducendo in linguaggio fuzzy, quindi in variabili computerizzate, dando un voto al cliente da migliore, buono, medio e scarso. La computazione del rischio di credito è un processo step by step. I vari parametri coinvolti nella computazione del rischio di credito sono organizzati gerarchicamente in un quadro chiamato CRF. Questa tabella mostra come i tre maggiori rischi, la gestione, l'attività d'impresa e la finanza. Ogni rischio grande è suddiviso in sotto parametri. La qualità della gestione è un sotto parametro della gestione.

---

<sup>8</sup> Stefan Trueck , Svetlozar T. Rachev , in Rating Based Model for Credit Risk , 2009

Paul D. McNelis, in Neural Networks in Finance 2005.

Barndorff-Nielsen, Ole and Neil Shephard (2002), "Estimating Quadratic Variation Using Realized Variance," Journal of Applied Econometrics, vol. 17, 457-478

Ad ogni parametro di rischio viene assegnato un punteggio in base alla sua significatività nella decisione di credito. La reale ponderazione del credito di un cliente è calcolata sulla base dell'affidabilità creditizia. Ovvero secondo questi standard:

<i>Credit rate</i>	<i>Risk level</i>	<i>Weight</i>	<i>Weight (%)</i>
AAA	Highest safety	WAAA	$\geq 95 < 100$
AA	High safety	WAA	$\geq 85 < 95$
A	Adequate safety	WA	$\geq 80 < 85$
BBB	Moderate safety	WBBB	$\geq 70 < 80$
BB	Inadequate safety	WBB	$\geq 60 < 70$
B	Significant risk	WB	$\geq 55 < 60$
C	High risk	WC	$\geq 50 < 55$
D	Default	WD	$< 50$

Tabella 1 - Credit Risk Rating

Adesso andiamo a vedere come potrebbe essere lo schema di un prototipo di sistema esperto, basato sulla logica fuzzy.

Si parte dai dati del Cliente, ne identifichiamo la categoria, selezioniamo il CRF adeguato al cliente, calcoliamo il rischio di gestione. A questo punto iniziamo a comporre delle decisioni basate sul nostro "se", ipotizzando vari output. Se il rischio di Management è OK, allora viene calcolato il Business Risk, se anche quest'ultimo è OK, calcoliamo il rischio Finanziario, e se pure quest'ultimo risulta adatto, computiamo alla fine il credit score totale, il rating di credito e prepariamo il report per la concessione dei crediti dove giustifichiamo la decisione scelta. La metodologia di ricerca utilizzando il neuro fuzzy method system adotta una tecnica neuro fuzzy per implementare il processo di valutazione del rischio di credito. Questi sistemi sono adatti per estrarre la conoscenza dai dati e trarne vantaggio tramite la formulazione di regole "se" che caratterizzano una relazione naturale tra gli input e gli output. L'applicazione della logica fuzzy include tre step:

- La conversione di valori numerici in un **set di variabili linguistiche fuzzy**.
- L'applicazione di un **sistema di inferenza fuzzy**.
- Una subseguente *defuzzyficazione*.

Questo sistema ha il vantaggio di essere sia fuzzy che di connessione neurale, ovvero collegare delle connessioni complesse, proprio come quegli esseri viventi che tramite i neuroni inviano messaggi al sistema nervoso, per formare e processare le informazioni. Il sistema neuro-fuzzy ha un'articolata architettura. Ha l'abilità di imparare dai dati e trasparire allo stesso tempo. Il primo strato consiste nell'immettere gli input, le variabili, lo strato di mezzo contiene delle regole fuzzy ed il terzo ci fa ottenere le variabili output. Un sistema neuro-fuzzy è un sistema che viene allenato da un algoritmo derivato dalle teorie di connessioni neurali che decidono i parametri (le regole e le variabili), dopo aver processato dei samples di dati.

## 2.2.2 Alberi di Decisione

Gli alberi di decisione o “Decision Trees” sono degli algoritmi di partizionamento ricorsivo (RPAs) che sviluppa una struttura come quella ad albero rappresentante schemi in un set di dati sottostanti. Il nodo principale è la radice che specifica una condizione testante, il quale risultato corrisponde a un ramo che ci conduce al nodo interno. I nodi terminali dell’albero assegnano la classificazione, nel nostro caso buona o cattiva, e ci riferiamo a quest’ultimi come nodi di foglia. Molti algoritmi sono stati consigliati nella letteratura per costruire alberi di decisione. Tra i più popolari possiamo citare (Quinlan 1993), CART (Breiman e al. 1984), e CHAID (Hartigan 1975). Questi algoritmi differiscono in un loro modo nel rispondere a decisioni chiave nel costruire un albero, i quali sono:

- **Assignment decision:** quale classe assegnare ad un nodo foglia. Tipicamente questa decisione è la più semplice e diretta da prendere, visto che guardiamo tipicamente alla maggior parte delle classi tra nodi foglia per prendere delle decisioni. Le altre due decisioni sono meno semplici e più elaborate successivamente.
- **Stopping decision:** quali variabili vengono divise e a che valore. La terza decisione si riferisce al criterio stopping. Ovviamente, se l’albero continuasse a dividersi, diventerebbe veramente dettagliato con nodi foglia contenenti poche osservazioni. Nei casi più estremi, l’albero avrà un nodo foglia per osservazione in quanto tale si adatta perfettamente ai dati. Così facendo, l’albero sarà divenuto complesso e fallirà nel modellare correttamente il pattern privo di rumore o la moda nei dati. Pertanto, generalizzerà malamente i nuovi dati non ancora visti. In modo da prevenire questo dall’accadere, i dati saranno divisi in campioni d’allenamento e in campioni di validazione. I campioni di allenamento saranno usati per prendere le decisioni di divisione. I campioni di validazione fanno parte di campioni indipendenti, messe da parte per monitorare l’errata classificazione man mano che l’albero cresce. Una divisione utilizzata comunemente è un 70/30 allenamento/validazione. L’errore nel campione di allenamento si riduce man mano che la divisione diventa sempre più specifica e viene cucita verso di essa. Nel campione di validazione, l’errore diminuirà inizialmente, il che indica che la divisione dell’albero generalizza bene. Ciononostante, a qualche punto l’errore aumenterà finché la divisione non diventerà troppo specifica per il campione di allenamento man mano che l’albero inizia a memorizzarlo. Dove la curva del set di validazione raggiunge il suo minimo, la procedura dovrebbe fermarsi, sennò si verificherebbe un overfitting.
- **Splitting Decision:** quando fermarci nell’aggiungere nodi all’albero. In modo da rispondere alla splitting decision, si necessita di definire il concetto di impurità e di caos.

Consideriamo un esempio contenete buoni consumatori e cattivi consumatori, contrassegnati come buoni con un cerchio vuoto e cattivi con un cerchio colorato di nero. Ovviamente i consumatori buoni sono considerati “nondefaulters”, invece cattivi consumatori considerati defaulters. Minima e massima impurità avviene quando tutti i consumatori sono o buoni o cattivi. Massima impurità avviene quando uno ha lo stesso numero di buoni e cattivi consumatori. Gli alberi di decisione avranno ora lo scopo di minimizzare i dati di impurità. In modo da fare ciò appropriatamente, vi è la necessità di misurare e quantificare l’impurità. Varie misure sono state introdotte in letteratura, e le più popolari sono;

- **Entropia:**  $E(S) = -p_G \log_2(p_G) - p_B \log_2(p_B)$
- **Gini:**  $Gini(S) = 2p_G p_B$  (CART)
- **Analisi Chi-Quadrato (CHAID)**

Con  $p_G$  e  $p_B$  che sono le proporzioni di buono e cattivo. Di seguito possiamo osservare dal grafico come nell’entropia (Gini) l’impurità è minima quando tutti i consumatori sono buoni o cattivi, e massima in caso di stesso numero di buoni e cattivi.

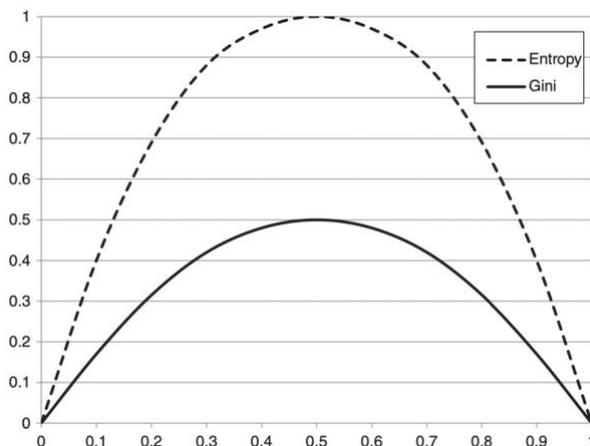


Figura 3 - Grafico di Entropia

Per rispondere alla splitting decision, vari candidati si dividono e saranno valutati in termini di decremento della loro impurità. Il decremento ponderato nell’entropia, anche chiamato guadagno “gain”, misura il decremento ponderato grazie alla divisione. Parla per se stesso che più grande è il guadagno più questo è da preferirsi. L’algoritmo dell’albero di decisione considererà ora diversi candidati divisi per i loro nodi radice e adotterà strategie diverse scegliendo quello con il gain più grande. Una volta che il nodo radice è stato scelto, la procedura continua in modo ricorsivo, ogni volta aggiungendo divisioni con il gain più grandi. Infatti, questo può essere parallelizzato perfettamente, aumentando di conseguenza l’efficienza dell’algoritmo di costruzione dell’albero.

### 2.2.3 Modello Analitico; DuPont Method

L'approccio basato sull'utilizzo di informazioni finanziarie viene chiamato **modello analitico**. Il modello più conosciuto che utilizza questo tipo di approccio prende il nome di **sistema DuPont**, chiamato in occasione dell'azienda che lo aveva creato. Il modello originario del sistema DuPont è stato sviluppato per la prima volta nel 1918 da un ingegnere che lavorava alla DuPont. Il lavoro principale che questo ingegnere doveva svolgere era capire le finanze che la DuPont stava acquisendo. L'ingegnere notò che il prodotto dei due coefficienti più calcolati, **marginale netto di profitto** e **turnover totale degli asset**, eguagliava il (ROA) **return on asset**. L'eleganza del ROA essendo sottoposto ad una misurazione della profittabilità e da una misurazione dell'efficienza hanno condotto il metodo DuPont ad essere il più utilizzato tra gli strumenti dell'analisi finanziaria. Dal 1970 il focus è stato spostato dal ROA al ROE (return on equity), e fu modificato anche il modello DuPont, inclusi i coefficienti degli asset totale rispetto all'equity. Come sappiamo le banche e altre istituzioni finanziaria formano un unico set di imprese i quali asset e oneri, restrizioni regolamentare, funzioni economiche ed operative rendono importante il soggetto della ricerca, particolarmente nelle condizioni dei settori finanziari emergenti. Il monitoraggio della performance delle Banche, l'analisi ed il controllo necessitano una revisione speciale rispetto alle loro operazioni ed ai risultati delle performance da un punto di vista di varie utenze, come investitori e proprietari, regolatori, clienti, ed incaricati della gestione stessa. I coefficienti di margine di profitto netto sono indicatori di come effettiva sia un'azienda nel controllo dei costi. Più alto il coefficiente di margine si presenta, più effettiva è l'azienda nel convertire i ricavi in profitti effettivi. Il coefficiente di utilizzazione degli asset, calcola il totale dei ricavi ottenuti per ogni dollaro di asset che l'azienda detiene. Questo coefficiente ci dice quanto un'azienda sia effettiva nell'utilizzo dei suoi asset. Spesso in determinati studi viene utilizzato il moltiplicatore dell'equity per un'analisi più attenta, poiché il moltiplicatore dell'equity è una specie di coefficiente di leva, che corrisponde a qualsiasi metodo per il calcolo della leva finanziaria e può essere calcolato guardando al bilancio di un'azienda e dividendo il totale degli asset per l'equity totale degli stockholder. La metrica più importante per la misurazione della profittabilità è il ROE, poiché il return on equity rileva quanto profitto ha ottenuto un'impresa in comparazione con l'ammontare totale dell'equity detenuta dai suoi detentori delle quote. Prendiamo in esempio il sistema DuPont basato sul ROE, il quale disaggrega la performance in tre componenti: il margine netto di profitto, total asset turnover ed il moltiplicatore dell'equity. Il ROE fornisce un sistema per pianificare al meglio l'analisi delle performance delle istituzioni finanziarie. Il margine di profitto permette agli analisti di sviluppare il conto economico pro forma, ovvero secondo la regolarità burocratica, e ciò avviene quando le

entrate nette eguagliano i ricavi meno le spese. il total asset turnover permette agli analisti di progettare il livello totale necessario degli asset per generare i livelli di ricavi progettati. I requisiti totale di asset possono essere usati per progettare i livelli di tutti gli account di asset conformi alle esigenze burocratiche. Vediamo quindi come calcolare tutte le componenti per il calcolo del ROE e per la costruzione del sistema DuPont.

EM → Equity Multiplier

NPM → Net Profit Margin

TAT → Total Asset Turnover

ROE → Return Over Equity

ROA → Return On Asset

NI → Net Income

TA → Total Asset

TEC → Total Equity Capital

$$ROE = (ROA)(EM)$$

$$ROA = (NPM)(TAT)$$

$$ROE = (NI)/(TEC)$$

$$ROA = (NI)/(TA)$$

$$EM = (TA)/(TEC)$$

A questo punto possiamo formare il modello DuPont;

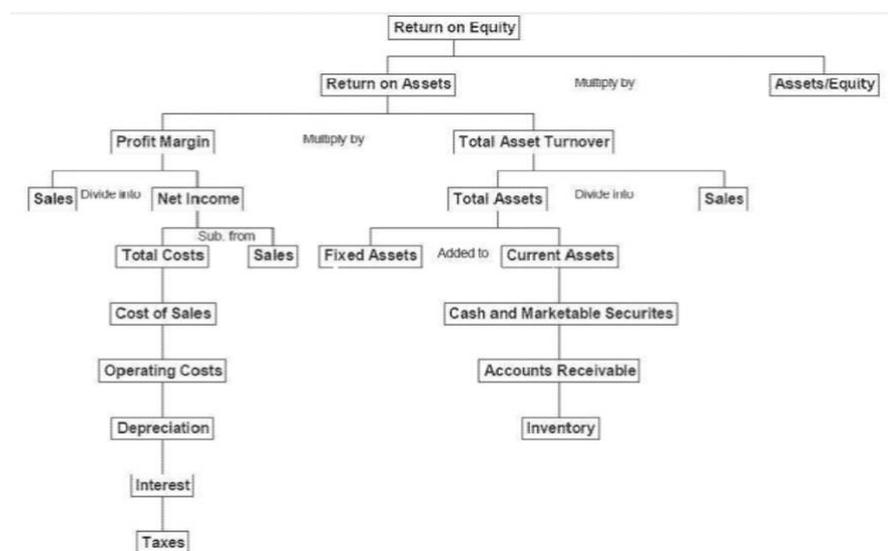


Figura 4 - Modello per l'analisi DuPont

### 2.2.4 Credit Scoring Models: Metodo Altman

A questo punto ottenuta una chiara visione del sistema DuPont e dei modelli analitici, andiamo a vedere dei sistemi più formali, che sviluppano un sistema di rating diviso in tre categorie, conosciuti meglio come **credit scoring models**. Questi modelli basati su punteggi, prevedono un sistema di punteggi che è formalizzato in un modello matematico o statistico, ove tutti i crediti sono valutati utilizzando la stessa metodologia e i soliti dati. Questi modelli statistici si basano su varie tecniche di inferenza statistica. In questi modelli, grandi serie di buoni e cattivi crediti vengono esaminati in modo da ottenere un'equazione differenziale. Il modello migliore utilizzato per la predizione che la probabilità fallisca, basato su tecniche di analisi discriminative, è chiamato il metodo **Z-Score**. I modelli statistici sono anche utilizzati in processi più generali conosciuti come credit scoring. Il metodo originale Z-Score fu sviluppato da Altman, nel 1968, dopo una serie di modelli univariati già sviluppati negli anni precedenti da Fitzpatrick, Merwin, Walter e Beaver. Il modello di Altman è il primo tra i modelli con analisi di discriminanti multiple. Successiva a queste analisi, univariate e discriminanti multiple, vi sono altri tipi di modelli di predizione di bancarotta come i modelli Logit e Probit. Il modello di Altman del 1968 relativo al Z-score si è evoluto nel tempo dai fallimenti delle analisi univariate, fino ad essere utilizzato con metodi più moderni come le reti di connessione neurali. Tutti questi modelli utilizzano dei campioni di variabili. Differenti coefficienti, approcci di modelli statistici e tecniche di campioni rendono la comparazione dei modelli molto difficile. Molti degli studi si sono concentrati su delle industrie specifiche, come Altman '68 e Zavgren '85, si sono focalizzati su imprese manifatturiere. Nel 1968, Edward Altman pubblicò quello che fu il miglior indicatore di bancarotta. Questo predittore è un modello statistico che combina cinque coefficienti finanziari che danno luogo ad un prodotto chiamato Z-score. il modello originale del Dr. Altman è calcolato con la seguente formula

$$Z = 0,012X_1 + 0,014X_2 + 0,033X_3 + 0,006X_4 + 0,999X_5$$

Il capitale circolante o totale degli asset ( $X_1$ ) misura la liquidità degli asset in relazione alla dimensione dell'azienda. Le obbligazioni correnti fanno parte delle obbligazioni di breve periodo del debito di un'azienda e conti da pagare che saranno poi estinti durante il ciclo operativo. Un capitale circolante positivo determina l'abilità di un'azienda a pagare i suoi debiti. Questo tipo di coefficiente è descritto da Altman come il più affidabile tra tutti gli altri coefficienti di liquidità, come il current ratio o il quick ratio. La variabile  $X_2$  rappresenta la misura della profittabilità cumulativa che riflette l'età dell'azienda come anche il suo potenziale di guadagno. Avere un passato di operazioni profittevoli e debito ridotto sta a significare che l'azienda ha trattenuto i guadagni o ha reinvestito i profitti

---

<sup>10</sup> "Logit and Probit model used for prediction of financial health in a company" Tomáš Klieštík, Katarína Kočišová  
Corporate financial distress, restructuring, and bankruptcy analyze leveraged finance, distressed debt, and bankruptcy (Altman, Edward I. Hotchkiss, Edith).

operazionali. Un basso ammontare del primo potrebbe significare scarsi affari nell'anno o una ridotta longevità dell'azienda. Secondo Dun and Bradstreet, i quali hanno utilizzato Altman, il cinquanta per cento delle aziende fallisce entro cinque anni di attività. Per avere una rappresentazione veritiera della profittabilità degli asset, il metodo più utile è quello di ottenere una misura dell'efficienza operativa di un'azienda separata dagli effetti della leva. La nostra terza variabile  $X_3$  rappresenta i guadagni prima dell'interesse e delle tasse. Possiamo indicare questa variabile in finanza con il termine EBIT (Earning Before Interest and Taxes), questo coefficiente stima l'erogazione di danaro disponibile per l'allocazione ai creditori, il governo e gli shareholders. La somma di azioni ordinarie e azioni privilegiate o il valore di mercato dell'equity del debito totale rappresentano la nostra variabile  $X_4$ , definita da Altman come il valore di mercato dell'equity o capitalizzazione di mercato. Molto intuibile è che il mercato azionario è il primo stimatore del valore di un'azienda. Cambiamenti di prezzo quindi possono segnalare dei problemi in sospeso se gli oneri eccedono gli asset di un'azienda. Altman pensa che questo coefficiente sia un previsore di stress finanziario molto più effettivo che del debito totale o patrimonio netto.

A seconda dell'industria in cui siamo, l'ultimo coefficiente  $X_5$  può variare, e indica le vendite o gli asset totali, ovvero la misura standard del fatturato. Secondo Altman, questa variabile indica la misura della capacità gestione nell'aver a che fare con decisioni competitive, in poche parole rappresenta l'utilizzo efficiente da parte di un'azienda dei suoi asset per creare delle vendite. L'applicazione di questi coefficienti è stata spiegata da Eidleman (1995), il quale afferma che ogni variabile è moltiplicata per un predeterminato fattore di peso, e i risultati vengono sommati insieme. Il risultato finale che dà poi il nome al modello, Z score, ammonterà ad un numero tra -4 e +8. Tutti i punteggi che sommano ad uno Z-score minore di 1.81, hanno una grande probabilità di bancarotta, mentre punteggi sopra 2.67 rappresentano solidità finanziaria.

La zona fra questi due punteggi, ovvero  $1.81 < z\text{-score} < 2.67$ , prende il nome di zona grigia.

Lo studio pioniere di Altman si basa su un campione di sessantasei aziende manifatturiere quotate in borsa. La metà di queste hanno prestato istanza di fallimento e tutte avevano asset oltre un milione di dollari. Il suo modello aveva predetto correttamente il fallimento per il 95% delle aziende, un anno prima che fosse messo in atto. L'accuratezza è diminuita del 72% due anni fuori a del 52% tre anni precedenti all'insolvenza. Errori di primo tipo i quali predicono che la bancarotta non occorra, sono dimostrati per il 6% delle aziende analizzate. Errori di secondo tipo predicono un'azienda solvente che faccia istanza di fallimento. Altman sviluppò un modello rivisitato Z-score per le imprese private nel 1983. Le preoccupazioni di revisori contabili, aziende stesse, rivenditori di collocamento privato e l'analisi del credito stessa, erano che il modello originale di Altman è solamente applicabile alle entità pubbliche, dato che la variabile  $X_4$  richiede dati inerenti ai prezzi delle azioni. Lo Z-score rivisitato sostituisce il valore contabile del patrimonio netto per il valore di mercato in  $X_4$ .

Andiamo a vedere come si distribuiscono i valori delle variabili nel modello rivisitato.

Le prime tre variabili rimangono uguali con  $X_1$  che rappresenta il capitale circolante,  $X_2$  guadagni trattenuti,  $X_3$  che riguarda gli EBIT,  $X_4$  viene sostituito con i valori contabili (oneri totali), infine  $X_5$  rimane come rappresentante delle vendite totali. Si effettua un cambio nel calcolo dei fattori di peso.

La formula del Z-score revisionata è quindi la seguente;

$$Z = 0.717X_1 + 0.847X_2 + 3.107X_3 + 0.420X_4 + 0.998X_5$$

Come possiamo notare il peso assegnato ad ogni variabile cambia.

I punteggi di Cut off vengono aggiustati in modo che siano minore di 1.23 indicando quindi la bancarotta e punteggi maggiori di 2.90 indicano la non bancarotta, lasciando la zona compresa fra questi due numeri come zona grigia. Questo nuovo modello revisionato Z-score indica una accuratezza del 90.9% nel predire la bancarotta almeno un anno prima dell'attuale fallimento. Le aziende con score 2.90 hanno invece un'opportunità del 97% di continuare la sua attività operativa in salute finanziaria.

Altman a sua volta nota delle criticità del modello, classificandolo come inesatto in alcuni punti ed identificando delle problematiche. Fa notare che il modello abbia un'alta probabilità di successo ma che quest'ultimo non sia perfetto, andando quindi ad analizzare quali sono le carenze di quest'ultimo. (a) soggettività nelle ponderazioni, (b) un elemento di ambiguità all'interno del modello, (c) l'approccio univariato, e (d) alcuni coefficienti fuorguidanti. Evidenzia come anche la quinta variabile del modello sia inesatta nel calcolo della differenza tra le aziende fallite e quelle non e non riflette nessuna variazione da industria ad industria. Avendo utilizzato campioni di azienda manifatturiere, il modello fallisce nel avere una rappresentazione chiara ed esaustiva delle aziende che manifatturiere non sono, e soprattutto facendo riferimento alla problematica prima riportata, presenta dei dubbi sulla veritiera rappresentazione delle aziende che non sono pubbliche, questo per quanto concerne il quarto coefficiente. Nel modello revisionato i primi tre coefficienti non variano, viene fatta solamente una sostituzione per quanto riguarda la quarta variabile, la quale prende come valore quello contabile, N.W. Nonostante le prime tre variabile sia indifferenti, ciò che cambia sono i loro fattori di ponderazione. Il modello viene nuovamente calcolato ed i suoi valori sono quindi

$$Z = 6.56(X_1) + 3.25(X_2) + 6.72(X_3) + 1.05(X_4)$$

I valori di cut off variano nuovamente presentandosi a;

Imprese in bancarotta < 1.10

Imprese non in bancarotta > 2.60

Zona Grigia = 1.10-2.60

Andiamo a vedere nella tabella come cambiano i valori dei coefficienti e dei pesi, attraverso le revisioni dei modelli negli anni:

Tabella 2 - Assegnazione degli Score

Coefficients Variables	Original Model (1968)	Revised Model (1983)	Revised Four Model (1993)
X <sub>1</sub>	1.21	0.717	6.56
X <sub>2</sub>	1.41	0.847	3.26
X <sub>3</sub>	3.30	3.107	6.62
X <sub>4</sub>	0.60	0.42	1.05
X <sub>5</sub>	0.999	0.998	N/A
Cutoff scores	<1.81	<1.23	>1.10
Bankrupt firms	>2.67	>2.90	>2.60
Non Bankrupt Firms			
Grey Area	1.81-2.67	1.23-2.90	1.10-2.60
Classification Results			
Actual Bankrupt	94%	90.9%	90.9%
False Bankrupt	6%	9.1%	9.1%
Actual Bankrupt	97%	97%	97.0%
False Bankrupt	3%	3%	

12

In conclusione possiamo affermare che il modello revisionato Z-score di Altman è uno dei più efficaci tra i modelli ad Analisi a Discriminante Multipla, tra tutti quelli ricercati negli ultimi 40 anni. Essendo stato applicato a varie industrie, tra cui quella manifatturiera, compagnie quotate pubblicamente e banche, il modello Z-score può essere tranquillamente applicato all'economia moderna per predirne le difficoltà e la bancarotta con un anticipo che va da uno a tre anni.

### 2.2.5 Modello Logit

Il modello Logit che andremo ora ad analizzare si basa sulla regressione logistica e sulle sue capacità di classificazione. La regressione logistica è una variante della regressione multipla nella quale la risposta è binaria piuttosto che quantitativa. Nella versione più semplice, le variabili sono considerate non casuali. Il risultato, ovvero una variabile casuale binaria che prende valore 1 per la classe di interesse con probabilità  $p$ , e valore 0 con probabilità  $1-p$ . la probabilità di successo  $p$  è una funzione dei valori delle caratteristiche delle variabili, in modo specifico, il logaritmo del coefficiente dispari o "log odds",  $\log[p/(1-p)]$ , è una funzione lineare delle variabili predittive. Viene posto un valore di cutoff, tipicamente a 0,5 per utilizzare la classificazione secondo regressione logistica. Viene assegnato 1 nel caso in cui una classe se stimata o adattata alla probabilità di successo è più grande o uguale al valore di cutoff, mentre viene assegnato 0 se la probabilità stimata è meno del cutoff. Data la natura della funzione coinvolta, questo equivale ai limiti di una classificazione lineare, nonostante non

sia necessariamente la stessa che sarebbe derivata da un'analisi discriminante lineare. La regressione logistica svolge dei test d'ipotesi di significatività come la regressione multipla standard, per ogni variabile, insieme ad altri test, valutazioni e stime di bontà di misura. Nelle impostazioni di classificazione, il test di significatività della variabile possono essere utilizzate per la selezione delle caratteristiche. Queste caratteristiche comprendono diverse varianti graduali nella selezione delle variabile per l'implementazione della computazione moderna. La classificazione logistica è ritenuta la fonte più utilizzata di procedure di data mining vista la sua analogia concettuale con la regressione multipla ordinaria e la sua facilità e velocità nella selezione automatica delle variabili. Un altro vantaggio è che produce probabilità di successo, dati i valori delle variabili feature, piuttosto che predire solamente la classe, il che consente la selezione di osservazioni secondo probabilità di successo e impostare un cutoff arbitrario per la classificazione, e non necessariamente 0,5. Ovunque il cutoff sia impostato, la classificazione logistica implica un confine di classificazione lineare, e questo impone un limite sul potenziale di efficacia del classificatore. Introducendo trasformazioni polinomiali possiamo ottenere flessibilità e interazioni tramite le variabili feature.

A seguito del modello di Altman, vari tipi di modelli per la predizione della bancarotta sono stati sviluppati tra cui l'analisi Logit & Probit, modelli di Algoritmo di Partizionamento Ricorsivo ed infine modelli di Network Neurali. Persino nuovi modelli di Machine Learning utilizzano la regressione logistica per la classificazione in modelli binari.

Tra tutti questi modelli citati, i preferiti ed i più utilizzati dalle aziende per la stima della probabilità di default sono quelli basati sul modello Logit. Andiamo a vedere su quali variabili si basa il modello Logit. Vengono presi dei coefficienti finanziari e contabili selezionati dai bilanci delle aziende come variabili indipendenti, scelti per facilitare la computazione e per essere stati frequentemente utilizzati negli studi precedenti.

Nella lista vi fanno parte queste differenti categorie come la liquidità, la solvenza, la profittabilità e la struttura economica. Quando si lavora con un insieme di coefficienti non correlati, la maggior parte degli studi applica un modello di regressione, come nel caso logit, si effettua una step preliminare che è volto a usare l'analisi del fattore principale o tecniche simile per ridurre il numero di variabile ed evitare problemi statistici, come la multicollinearità. In questo modo le variabili osservabili, ovvero i coefficienti calcolati, sono raggruppati in un set di variabili non osservabili o fattori non correlati. Le variabili assegnate ad un fattore quindi saranno strettamente correlate tra di loro ma non alle variabili assegnate ad altri fattori. Il criterio di Kaiser fu utilizzato nell'applicazione dell'analisi delle componenti principali dei dati delle imprese. Questo consiste nel selezionare componenti con un autovalore più alto di 1, con capacità esplicativa più grande della media del singolo fattore. La tecnica Logit provvede una combinazione lineare di variabili indipendenti che rende possibile stimare la probabilità che un'azienda appartenga a una delle due appena definite sotto-categorie o gruppi. Ogni azienda può appartenere solamente ad un gruppo. Il modello calcola la probabilità "p" che l'azienda appartenga alla seconda sotto-popolazione quindi insolvente dalla seguente espressione:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k)}}$$

$X_i$  è la variabile indipendente (coefficiente) e  $\beta_i$  i coefficienti stimati per ognuna delle ratio utilizzate. Se questa probabilità è uguale o maggiore di 0.5, l'azienda viene classificata come appartenente alla subpopolazione, se non vi appartiene invece, è posizionata nel primo gruppo come compagnia insolvente. Per ottenere il modello di predizione per il futuro stato di salute finanziaria dell'azienda, diverse analisi sono state effettuate dalla regressione logistica.

Per quello che riguarda l'analisi della regressione logistica, quest'ultima è stata utilizzata in modo particolare per investigare la relazione tra la risposta binaria e ordinale della probabilità e delle variabili esplicative. La probabilità di default viene tipicamente usata per indicare la risposta probabilistica binaria per la predizione della bancarotta, possono essere usate nel mentre un alto numero di variabili esplicative. Una delle prime applicazioni del modello Logit nel campo dello stress finanziario fu applicato da Ohlson nel 1980, seguito da Zagrev nell'85. Simile all'analisi discriminante, queste tecnica pondera la variabile indipendente assegnando uno score  $\gamma$  in forma di probabilità di default (PD) ad ogni azienda nel campione.

Prendiamo  $y_i$  come denotazione della risposta dell'azienda  $i$  rispetto al risultato delle variabili esplicative  $\chi_{1i}, \dots, \chi_{ki}$ . Prendiamo come riferimento  $Y=1$  se l'azienda va in default, mentre  $Y=0$  se l'azienda sopravvive. Adesso utilizzando la regressione logistica il PD dell'azienda è determinato dal seguente;

$$P(Y = 1 | x_1, \dots, x_k) = f(x_1, \dots, x_k)$$

La funzione  $f$  determina la distribuzione della funzione logistica così da ottenere:

$$P(Y = 1 | x_1, \dots, x_k) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n)}$$

La distribuzione logistica trasforma la regressione nell'intervallo (0,1), definendo la funzione logit(x) nel seguente modo;

$$\text{logit}(x) = \log\left(\frac{x}{1-x}\right)$$

Il modello può essere poi riscritto come

$$\text{logit}(P(Y = 1 | x_1, \dots, x_k)) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n$$

Il modello logit può stimare la probabilità massima utilizzando metodi numerici. Il vantaggio di questo approccio è quello che non presume una normalità multivariata ed un'eguale covarianza matriciale come fa l'analisi discriminante. La regressione logistica è fatta su misura per problemi quando la variabile predittrice è binaria o ha categorie di livello multiple, oppure quando ci sono variabili indipendenti multiple.

La regressione logistica rappresenta un caso speciale di regressione di network neurali per la scelta binaria, visto che la regressione logistica rappresenta un network neurale con un neurone nascosto.

Vediamo come in questo modello di forma adattato ai network neurali, può essere utilizzato per modelli di scelte binarie discrete, predicendo la probabilità  $p_i$  per un network con  $k$  osservazioni e  $j$  neuroni:

$$n_{j,i} = \omega_{j,0} + \sum_{k=1}^{k^*} \omega_{j,k} x_{k,i} \quad N_{j,i} = \frac{1}{1+e^{-n_{j,i}}} ;$$

$$\tilde{p}_i = \sum_{j=1}^{j^*} \gamma_j N_{j,i} \quad \sum_{j=1}^{j^*} \gamma_j = 1, \gamma_j \geq 0 ;$$

Notiamo che la probabilità  $p_i$  stimato  $i$  è una media ponderata dei neuroni logsig  $p_i$ , dove sono confinati tra 0 e 1. Visto che la probabilità finale è anche quest'ultima confinata in questo modo, essa risulta la media ponderata di questi neuroni. I coefficienti ottenuti nella regressione logistica, sono il risultato di una massimizzazione del prodotto della probabilità della funzione, dati i precedenti o la some del logaritmo della funzione di probabilità. Le derivate parziale dei modelli delle scelte discrete dei network neurali sono dati dalla seguente espressione;

$$\frac{\partial p_i}{\partial x_{i,k}} \sum_{j=1}^{j^*} \gamma_j N_{j,i} (1 - N_{j,i}) \omega_{j,k} ;$$

Possiamo utilizzare dei modelli logit che non sono solamente generalizzati. Partendo dal Modello Logit binario semplice, la sua ricerca è progredita durante le decadi 1960 e 1970, portando innovazioni come il Logit Multinomiale (MNL) e il modello Nested Logit. Quest'ultimo è divenuto il più popolare fra i modelli logit. Anche modelli misti logit e le sue varianti hanno sostituito modelli più semplici in molte aree dell'economia, del marketing, del management, dei trasporti, della salute, del settore immobiliare, di quello energetico, dell'energia e delle scienze ambientali.

Il modello NL è un'estensione del CL (classical Logit) e del Logit Multinomiale (MNL). Fu ideato per evitare le assunzioni IAA, anche conosciuto come indipendenza binaria oppure assioma di indipendenza, nella teoria di decisione permettendo correlazioni diverse attraverso nidi. Il modello NL pone queste scelte in nidi diversi, pertanto le correlazioni imposte sono simili tra i nidi, ma per alternative in nidi diversi le componenti non osservate sono incorrelate e certamente indipendenti. I modelli NL assumono una distribuzione generalizzata dei valori estremi per il termine di errore  $\varepsilon_{ij}$ , dove la distribuzione di  $\varepsilon_{ij}$  è correlata attraverso le alternative nello stesso paniere, con la proprietà AII trattenuta all'interno dei nidi ma non fra di essi. Pertanto, i modelli NL assumono che l'errore sia omoschedatico, la correlazione tra alternative è la stessa in tutti i nidi con uguale fattore di scala e la correlazione è zero tra le alternative in nidi diversi. Il modello NL assume indipendenza nella struttura d'errore tra scelte fatte dalla solita controparte. Nel modello Nested Logit gli individui non sono necessariamente assunti per prendere decisioni in modo sequenziale seguendo l'albero di decisione. Nonostante ciò, vi è prova di utilizzo di queste strutture decisionali facenti capo ad osservazioni comportamentali, in quanto spesso e volentieri, i clienti sembrano decidere di attenersi allo status quo o cercare un cambiamento. Se decidono il cambiamento, considerano le altre possibili scelte. Il fattore

scala e i valori inclusivi (IVs) sono correlati ai diversi livelli di nodi. L'IV è una misura dell'attrazione di un nido e corrisponde al valore atteso individuale ivi ottenuto dalle alternative tra nidi k. Come il modello classico, anche i parametri IV prendono valore tra 0 e 1, 0 se vi è perfetta correlazione e 1 se invece quest'ultima è assente o non vi è nessun grado di somiglianza nella componente di utilità stocastica all'interno di nessun paniere. Quando il parametro IV è uguale a 1, il modello NL è equivalente al modello CL.

Mettendo a confronto i vari modelli vediamo che il Nested Logit è un'estensione del classical MNL, è corretto parzialmente per le condizioni IID ovvero distribuzione casuale di variabile indipendenti ed identicamente distribuite. È analiticamente molto vicino al modello classico MNL, non cattura le fonti potenziali attraverso correlazioni di nidi. Viene richiesto giudizio nel determinare quali alternative possono essere partizionate appropriatamente nei nidi. Il modello classico MNL richiede meno dati, è molto restrittivo nell'assunzione degli errori, viola le assunzioni IIA. Ignora l'eterogeneità dell'azienda specifica osservata e non osservata, il che può condurre ad un'erronea interpretazione degli output. Questo modello tende ad essere meno responsiva dal punto di vista comportamentale.

### 2.2.6 Modello Probit

L'analisi Probit è alternativa al metodo logit. La differenza principale sta nell'assumere una distribuzione normale delle variabili casuali. La funzione logistica ha delle "code grasse" più forti rispetto alla funzione probit. Nella pratica non vi sono differenze significative, solo nel caso in cui un campione contenga numerose osservazioni con valori estremi.

Nella regressione probit, la funzione di distribuzione cumulativa standard indicata con  $\Phi(\cdot)$  è utilizzata per modellare la funzione di regressione quando la variabile dipendente è binaria.

$$E(Y/X) = P(Y=1/X) = \Phi(\beta_0 + \beta_1 X)$$

Le variabili Beta Zero e Beta Uno giocano un ruolo di quantili z.

Dobbiamo ricordarci che quest'ultima si distribuisce come una normale standardizzata, tanto che  $\beta_1$  è il cambiamento in z associato con il cambiamento di un'unità in X. Nonostante l'effetto su z di un cambiamento in X sia lineare, la connessione fra z e la variabile dipendente Y è nonlineare visto che  $\Phi$  è una funzione non lineare di X. Dato che la variabile dipendente è una funzione nonlineare dei regressori, il coefficiente su X non ha un'interpretazione semplice. La funzione di regressione stimata ha una forma a "S" allungata che è tipica delle funzioni di distribuzione cumulative, di una variabile casuale continua con probabilità di densità come quella di una variabile normale casuale. La funzione è chiaramente non lineare e appiattisce i grandi ed i piccoli valori del coefficiente P/I. la forma funzionale assicura quindi che le condizioni predette dalla probabilità di rifiuto giaciano tra 0 e 1.

### 2.2.7 Merton Model

Nel 1974 Robert Merton propose un modello per la valutazione del rischio di credito di una compagnia, caratterizzando l'equity dell'azienda come un'opzione call sui suoi asset. Il modello proposto da Merton assume che l'azienda abbia una certa quantità di debito zero-coupon che sarà dovuto ad un tempo futuro  $T$ . L'azienda va in default se il valore dei suoi asset è meno del rimborso del debito promesso al tempo  $T$ . Il capitale dell'azienda è un'opzione Europea call sugli asset dell'impresa con maturity  $T$  ed un prezzo di esercizio uguale al prezzo nominale del debito. Il modello può essere usato per stimare sia la probabilità neutrale del rischio che la compagnia possa finire in default o lo spread del credito sul debito. Il Modello di Merton richiede come principali input i seguenti:

- Il valore corrente degli asset dell'azienda.
- La volatilità degli asset dell'azienda.
- Il debito residuo.
- La maturity del debito.

Un modo conosciuto per implementare il modello Merton è quello di stimare il valore corrente degli asset dell'azienda e la volatilità degli asset dal valore di mercato dell'equity e la volatilità istantanea dell'equity utilizzando un approccio consigliato da Jones, Mason e Rosenfeld (1984). Sotto l'assunzione del modello Merton un'opzione di un'azienda è un'opzione composta sugli asset dell'impresa. Viene mostrato da Geske (1979) che il modello Merton è consistente nella tipologia di volatilità distorta osservata nel mercato dell'equity. È importante citare l'analisi fatta da Geske, poiché non solo ci fornisce una formula per la valutazione delle opzioni composte, ma la sua analisi ad uno stadio avanzato dimostra che il differenziale di credito nel modello di Merton può essere calcolato dalle volatilità implicite delle due opzioni dell'equity. Le opzioni scelte sono due mesi out-of-the-money e at-the-money di tipo put. Si dice out-of-the-money se il suo esercizio non risulta conveniente. Utilizziamo il (CDS) Credit Default Swap per testare l'implementazione del modello di Merton e compararlo con l'approccio più tradizionale. Il Credit Default Swap è un derivato che protegge il compratore contro il default di un'azienda particolare. Quest'ultimo è l'ammontare pagato per la protezione ed è un criterio di valutazione del credito di rischio di un'azienda, rientrando tra gli approcci prima citati come market based. Il differenziale di credito calcolato dal prezzo di un bond dipende dalla liquidità di quest'ultimo e include un'assunzione riguardo il benchmark di tasso risk free. Il modello di Merton propone un modello semplice dell'azienda che provvede un modo con cui relazionare il rischio di credito alla struttura del capitale dell'azienda. In questo modello il valore dell'asset dell'impresa è assunto per obbedire ad un processo di diffusione lognormale con una volatilità costante. L'azienda emette due classi di securities, ovvero il debito e l'equity. L'equity non riceve dividendi mentre il debito è un bond puro scontato dove il pagamento di  $D$  è promesso al tempo

T. Se al tempo T i valori dell'asset dell'azienda eccedono il pagamento promesso D, il creditore è pagato l'ammontare promesso e gli shareholders ricevono il restante valore dell'asset. Se il valore è meno di quello promesso nel contratto riguardante le obbligazioni decise, l'azienda va in default, il creditore riceve un pagamento uguale al valore dell'asset mentre gli shareholders non ricevono niente. Supponiamo che al tempo t una data azienda abbia asset pari ad  $A_t$  finanziata dall'equity  $E_t$  ed un debito zero coupon bond  $D_t$  con valore nominale K che matura al tempo  $T > t$ , con una struttura del capitale data dalla relazione di bilancio:

$$A_t = E_t + D_t$$

Viene scelta nella pratica un durata del debito pari a T in modo da mappare tutti i debiti in zero coupon bond. Nel caso  $A_t > K$  i debtholders dell'azienda possono essere pagati dell'intero ammontare K, e l'equity degli shareholders ha comunque valore di  $A_t - K$ . Nel caso in cui il valore di A con t fosse minore di K, la compagnia va in default sui suoi debiti, ed in questo caso i debtholders hanno la priorità sugli asset residui di  $A_t$  e gli shareholders sono lasciati con niente. Il valore dell'equity al tempo T viene scritto nel seguente dei modi.

$$E_T = \max(A_T - K, 0)$$

Questo è il payoff esatto di una opzione call europea scritta su attività sottostanti all'asset  $A_t$  con prezzo d'esercizio K che matura fino a T.

Ne consegue che la formula ben conosciuta per la misurazione delle opzioni Black-Scholes può essere applicata se vengono fatte le assunzioni corrispondenti al modello. Assumiamo che il valore dell'asset segua un processo di movimento geometrico Browniano (GBM), con dinamiche di rischio neutrale date dall'equazione:

$$\frac{dA_t}{A_t} = rdt + \sigma dW_t$$

$W_t$  è una misura del movimento standard Browniano sotto il rischio neutrale, r invece denota il tasso di interesse privo di rischio composto, e  $\sigma$  denota la volatilità del rendimento delle attività. Notiamo che  $A_t$  cresce ad un tasso privo di rischio sotto misura del rischio neutrale e quindi deriva r, assumendo implicitamente la continua scambiabilità degli asset dell'azienda. Applicando ora la formula Black-Scholes per le opzioni europee ci darebbe:

$$E_t = A_t \Phi(d_+) - Ke^{-r(T-t)} \Phi(d_-)$$

Dove  $\Phi$  rappresenta la distribuzione Normale standardizzata cumulativa che va da 0 a 1, con le quantità  $d_+$  e  $d_-$  date da

$$d_+ = \frac{\ln\left(\frac{A_t}{K}\right) + \left(r + \frac{1}{2}\sigma_A^2\right)(T-t)}{\sigma_A \sqrt{T-t}}, \quad d_- = \frac{\ln\left(\frac{A_t}{K}\right) + \left(r - \frac{1}{2}\sigma_A^2\right)(T-t)}{\sigma_A \sqrt{T-t}}.$$

Sotto questo quadro, il default del credito al tempo T è avviata dall'evento che le opzioni call degli shareholders maturino nel periodo out-of-money, con una probabilità di rischio neutrale:

$$P(At < K) = \Phi(-d),$$

il quale è spesso convertito in una probabilità reale estraendo il prezzo del rischio di mercato sottostante. Nonostante i debtholders sono esposti al rischio di default, possono fare hedging sulla loro posizione completamente, comprando un'opzione put europea sottoscritta al solito asset  $A_t$  con prezzo d'esercizio  $K$ . Un'opzione simile sarebbe  $K - A_t$  se  $A_t$  fosse minore di  $K$ , mentre non varrebbe niente se l'opzione valesse più di  $K$ . Combinando queste due posizioni (opzione debt e put) ciò garantirebbe un payoff di  $K$  per i debtholders al tempo  $T$ , formando una posizione risk free del tipo:

$$D_t + P_t = Ke^{-r(T-t)}$$

Dove  $P_t$  denota il prezzo di un'opzione put al tempo  $t$ , il che può essere determinato applicando la formula Black-Scholes per le opzioni put europee:

$$P_t = Ke^{-r(T-t)}\Phi(-d_-) - A_t\Phi(-d_+)$$

Il debito societario è un bond rischioso, e quindi dovrebbe essere valutato al differenziale di credito ovvero al risk premium. Se  $s$  denota la il differenziale continuo composto continuamente, allora il prezzo del bond  $D_t$  può essere scritto come:

$$D_t = Ke^{-(r+s)(T-t)}$$

mettendo insieme le precedenti equazioni ci forniscono una formula in forma chiusa per  $s$ :

$$s = -\frac{1}{T-t} \ln \left[ \Phi(d_-) - \frac{A_t}{K} e^{r(T-t)} \Phi(-d_+) \right]$$

La quale permette di risolvere il differenziale di credito, quando il livello dell'asset e il ritorno sulla volatilità ( $A_t$  e  $\sigma_A$ ) sono disponibili dati  $t$ ,  $T$ ,  $K$  e  $r$ , grazie ad una via comune di estrarre  $A_t$  e  $\sigma_A$  includendo l'assunzione di un altro modello di movimento geometrico Browniano per il prezzo dell'equity  $E_t$ , tramite l'applicazione Ito's Lemma, che mostra come le volatilità istantanee arrivino a soddisfare la seguente equazione;

$$A_t \sigma_A \frac{\partial E_t}{\partial A_t} = E_t \sigma_E$$

Le opzioni call delta Black-Scholes possono essere sostituite nell'equazione precedente per ottenere:

$$A_t \sigma_A \Phi(d_+) = E_t \sigma_E$$

Dove il prezzo dell'equity  $E_t$  ed il suo ritorno sulla volatilità  $\sigma_E$  sono osservati dal mercato azionario.

$$E_t = A_t \Phi(d_+) - Ke^{-r(T-t)} \Phi(d_-)$$

Queste due ultime equazioni possono essere risolte simultaneamente per  $A_t$  e  $\sigma_A$ , che possono essere sostituite nell'equazione per il calcolo del differenziale di credito "s".

## 2.2.8 Modello Longstaff-Schwartz

Un approccio ampiamente usato nella pratica della modellazione del credito di rischio è quello previamente descritto come metodo strutturale, del quale abbiamo già analizzato il modello Merton (1974), con qualche riferimento al modello Black and Scholes (1973). Considerando i vari studi empirici fatti sui modelli strutturali, soprattutto recentemente, basati su dati dei bond corporate, il test empirico di questi modelli utilizzando il Credit Default Swap spread è abbastanza limitato. Questo tipo di test è desiderabile quando i dati empirici più recenti basati sui bond del mercato obbligazionario corporate, rendano difficoltoso rientrare nello spread delle obbligazioni societarie o nello spiegare la frequenza di ambedue spread e default simultaneamente nei modelli strutturali esistenti. Se i Credit Default Swaps sono considerati essere una misura più pura del rischio di credito rispetto allo spread dei corporate bond, allora i modelli strutturali esistenti meramente basati sul default, possano performare meglio nel catturare il comportamento dello spread dei CDS piuttosto di quanto possano fare per lo spread delle obbligazioni societarie. Nella nostra analisi andremo a comparare il modello Merton con i modelli Black and Cox e Longstaff Schwartz con tassi di interesse stocastici.

Il modello Longstaff-Schwartz (1992) propone un modello di equilibrio generale a due fattori per il tasso d'interesse e la sua varianza prive di default e di breve termine. Questa sezione provvede una breve overview delle fondamenta teoretiche del modello LS. Il modello si basa su un quadro simile a quello continuo nel tempo di Cox, Ingersoll e Ross, ma dove il numero di variabili affermate sono due invece di una. Queste due variabili, X e Y, sono assunte come eguali nello sviluppo della seguente dinamica di ritorno medio;

$$dX = (a - bX)dt + c\sqrt{X}dZ_1$$

$$dY = (d - eY)dt + f\sqrt{Y}dZ_2$$

Dove Z1 e Z2 sono due processi scalari di Wiener assunti come non correlati. Le due variabili, insieme alla componente stocastica, governano il processo di ritorno sull'investimento nella costante singola di ritorno a scala della tecnologia di produzione dell'economia. I ritorni realizzati sull'investimento seguono un'equazione differenziale stocastica in accordo con la seguente:

$$\frac{dQ}{Q} = (\mu X + \theta Y)dt + \sigma\sqrt{Y}dZ_3;$$

dove Z3 è un processo di Wiener assunto per essere incorrelato con Z1. Questo significa che X può essere interpretato come un fattore che rappresenta i cambiamenti tecnologici che non hanno relazione con l'incertezza nel processo di produzione, considerando che Y rappresenta un fattore associato con l'incertezza di produzione.

Gli individui nell'economia devono essere perfettamente competitivi e privi di frizione. Massimizzando l'utilità proveniente dallo sconto atteso soggetto ad una restrizione standard di budget, la seguente dinamica di equilibrio per il benessere è ottenuta come;

$$dW = (\mu X + \theta Y - \rho)Wdt + \sigma W\sqrt{Y}dZ_3$$

Il valore corrente dello stato delle due variabili e del benessere, descrivono completamente lo stato dell'economia e della distribuzione futura del ritorno sull'investimento. Non dimentichiamoci che stiamo descrivendo un approccio basato sulla struttura e di conseguenza andiamo ad esaminare qual è l'impatto strutturale dell'economia sia da un punto finanziario che macroeconomico.

L'equilibrio generale di programmazione del modello Longstaff-Schwartz implica che i sei parametri del modello debbano essere costanti nel tempo, il che significa che le dinamiche del tasso di breve periodo e la sua volatilità siano altrettanto costanti. I parametri nel modello possono essere prima di tutto stimati usando dei dati basati sulle serie storiche su una proxy per il tasso di interesse di breve periodo, ed una stimata serie di volatilità. Nella pratica, ciononostante, questo tipo di modello è frequentemente stimato utilizzando dati sezionali su buoni del tesoro ed obbligazioni ad un momento specifico, il quale è l'approccio scelto in questa descrizione. Questo dà luogo ad una nuova serie di parametri ogni volta che il modello è stimato. Un vantaggio importante dell'utilizzo dell'approccio a sezione trasversale piuttosto che delle serie temporali è quello di utilizzare informazioni simultaneamente da un'intera struttura a termine, dovrebbe essere possibile catturare i cambiamenti nelle dinamiche della struttura a termine in un maniera più istantanea. Mentre questa variazione del tempo dei parametri viola la configurazione dell'equilibrio del modello, è tuttavia usata in modo da rientrare nel modello per osservare l'andamento dei prezzi del bond in maniera più ravvicinata possibile. Questo approccio può essere comparato alla pratica di stima della volatilità implicita del modello Black and Scholes (1973) utilizzando una o più opzioni di prezzo osservate, piuttosto che stimare la costante assunta per la volatilità, utilizzando una serie temporale di ritorni per gli asset sottoscritti.

Il processo di stima fa affidamento sulla seguente:

$$P(r, V, \tau) = A^{2\gamma}(\tau)B^{2\eta}(\tau)\exp(\kappa\tau + C(\tau)r + D(\tau)V)$$

La seguente equazione esprime il prezzo di un bond scontato  $\tau$  anni prima della maturity. Utilizzando questa espressione, i sei parametri del modello LS possono essere stimati con dati di prezzo di un bond a sezioni trasversali, dati i valori iniziali delle due variabili di stato  $r$  e  $V^3$ .

Prima di tutto vengono determinati i valori di  $r$  e  $V$ . Dato che siamo interessati all'utilizzo del risultato come indicatore di politica monetaria, il tasso di breve  $r$  è posto uguale al tasso di official repo, che è lo strumento di politica monetaria chiave Riksbank.

Successivamente il valore iniziale della varianza nei cambiamenti del tasso di interesse,  $V$ , è stimata. Questo è fatto utilizzando un modello semplice GARCH (1,1), assunto una costante media condizionale:

$$\begin{aligned} r_t - r_{t-1} &= \mu + \varepsilon_t, \\ \varepsilon_t \mid \Omega_{t-1} &\sim N(0, h_t), \\ h_t &= \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta h_{t-1}, \end{aligned}$$

---

<sup>13</sup> Estimating the implied distribution of the future short term interest rate using the longstaff schwartz model, by Peter Hordal

Dove  $\Omega_{t-1}$  denota l'informazione posta al tempo  $t-1$ .

Una volta che i valori di  $r$  e  $V$  sono stati determinati, siamo pronti a stimare i sei parametri nel modello LS,  $\Theta = [\alpha, \beta, \gamma, \delta, \eta, \xi]$ .

## 2.3 Credit Assessment

Quando nuovi tipi di richieste per la valutazione del credito arrivano, vengono posti in essere due schemi da seguire per l'analisi della figura richiedente il credito. All'interno dell'industria vi sono due schemi molto conosciuti ed utilizzati che prendono il nome di CAMPARI ed ICE.

CAMPARI si relaziona alla performance del rischio nel prestito e sta per;

- C = character (dell'azienda o dei suoi manager) si riferisce all'integrità dell'impresa e alla sua gestione. Mutuatari onesti di buon carattere sono più probabili a rispettare le loro obbligazioni.
- A = ability (del manager o dei direttori) si riferisce alla legalità del contratto tra la banca e il cliente. Il direttore di un'azienda deve comportarsi all'interno del quadro di autorità legale garantita nello Statuto.
- M = means (del pagamento basato su risorse finanziarie del credito) si riferisce ai mezzi finanziari, tecnici e gestionali del debitore.
- P = purpose (del credito) si riferisce al motivo della concessione del credito che può essere univoca e chiara per il creditore. Per esempio, un motivo accettabile sarebbe quello di indebitamento per sovvenzionare la crescita dell'azienda.
- A = amount (in termini relativi ed assoluti) si riferisce alla quantità del prestito, che dovrebbe essere sufficiente per coprire il motivo del prestito.
- R = repayment (come, quando, probabilità) si riferisce all'abilità del mutuatario di ripagare il prestito, considerando la fonte del pagamento. Questa abilità di rimborso è ovviamente di critica importanza nel prestare e dovrebbe dimostrare non solo attraverso i profitti attesi futuri ma anche alla generazione di denaro attesa. Nel decidere la forma di prestito, un fornitore di credito dovrebbe considerare la struttura di rimborso considerato. Esempi possono essere "bullet" ovvero una somma lampo di rimborso dell'ammontare principale, o l'ammortamento ovvero il pagamento tramite rate.
- I = insurance (cosa assicurerebbe il rimborso) si riferisce alla rete di sicurezza sulla quale la banca possa fare affidamento se il prestito non è ripagato. Questo potrebbe far parte delle garanzie assicurate nel prestito, le condizioni sotto le quali il prestito è garantito o il miglioramento di credito da parte di terzi.

Invece ICE è il premio per il creditore per assumersi il rischio di performance e sta per:

- I = interest (pagato in prestito) si riferisce al fattore chiave, precisamente l'interesse complessivo di costo per i clienti. Questo comprenderà due elementi: principalmente, il costo sottoscritto dei fondi (il quale può essere fissato all'inizio o variabile) e, in secondo luogo, il margine. È spesso il caso che, più grande il rischio della transazione, più grande sarà l'interesse di costo. Notiamo che in termini bancari questa è semplicemente un'applicazione sul prezzo di rischio.
- C = commissions (pagati al creditore) si riferiscono a tutte le spese, come spese di impegno, pagabili alla banca per accettare l'impegno di provvedere una struttura per un particolare periodo di tempo.
- E = Extras si relaziona al costo addizionale nascosto, come le spese legali, associate con le previsioni del prestito.

Nota che il ritorno totale alla banca che sarà il margine di interesse guadagnato tra il tasso con il quale può prendere in prestito e il tasso che presta meno gli extra connessi con la concessione del prestito.

Per riassumere, per motivi di prestito la ragione principale per eseguire la valutazione di credito come quelle negli schemi sopra descritti, sono fatti per accertare la solvenza e l'affidabilità creditizia del mutuatario. Questo necessita uno studio multidimensionale dell'industria in cui opera l'impresa, la sua gestione, la sua situazione finanziaria e la posizione nel mercato. Se questi schemi sono applicabili, qualsiasi decisione di credito sarà concentrata sul rischio dell'attività, finanziario e strutturale, e manterrà a mente le seguenti considerazioni chiave sul credito:

- L'ambiente competitivo in cui opera l'azienda, ovvero il suo posizionamento tra gruppi pionieri nell'innovazione, immagine del brand, relativi costi per la posizione e altri fattori che impattano sul vantaggio competitivo dell'azienda.
- Rischio di industria, ossia la tecnologia, i requisiti regolamentari, barriere per entrare per i competitors e possibili sostituti.
- La struttura del capitale, che può includere, in base al motivo d'analisi di credito, il livello di requisiti di spese in conto capitale, qualsiasi passività fuori bilancio, problemi contabili e tributari, leva di debito, struttura di rimborso del debito, capacità di servizio di debito e basi di interesse, il quale è, se il pagamento dell'interesse è fisso o meno o prezzato in base periodica resettabile.
- Flessibilità finanziaria, che include elementi come bisogni finanziari, piani ed alternative, abilità di attingere dal mercato dei capitali, e patti di debito. La flessibilità finanziaria può includere anche problemi come relazioni con la banca, linee di impegno di credito, capacità di debito e altri problemi correnti e futuri.

L'analisi dell'ambiente competitivo e del rischio di industria, accoppiato con l'analisi del potere di contrattazione di fornitori ed acquirenti, il quale darà un'immagine chiara delle

forze che delinano la competizione nell'industria. Questo è spesso basato su l'analisi delle cinque forze di Porter (1985). Le opportunità esterne e le minacce possono essere contabilizzate per riconoscere il ciclo produttivo di vita e prospettive future per l'azienda e per l'industria. Può essere anche attuata un'analisi PEST per individuare gli aspetti più importanti dal punto di vista politico, economico, sociale e tecnologici. È anche molto importante analizzare la strategia che un potenziale credito pianifica di seguire, come per esempio se l'azienda pianifica di essere una produttrice a basso costo o utilizza una strategia di differenziazione di business. È importante anche analizzare la qualità del suo team di gestione, forse uno dei fattori più importanti nella valutazione dell'affidabilità creditizia. Le informazioni non finanziarie utilizzate dagli analisti di credito sono:

- <sup>14</sup>I rendiconti propri del creditore sulla reputazione ed esperienza dei clienti ricevuti dalle risorse dei mercati locali;
- Dei report preparati da agenzie di valutazione di credito, analisti finanziari e fornitori di informazione o agenzie di rating di credito e bureaus;
- Report sui rischi ambientali;
- Report preparati da valutazioni sul campo o da relationship manager.

Per analisi più sofisticate, potrebbe essere necessario investigare la probabilità della migrazione del credito, ovvero il rischio che un credito faccia un calo di livello attraverso un quadro temporale, ed il rischio di default che è considerato come l'incertezza che circonda l'abilità del credito di servire il suo debito e le obbligazioni.

Misure di EDF expected default frequency provvede benefici nel processo di valutazione.

L'EDF offre di:

- Avere un grado più elevato di accuratezza nella valutazione del rischio di credito;
- Quantificare il rischio per un appropriato prezzo e aumentare la profittabilità.
- Concentrare l'analisi delle risorse di credito in quelle aree dove possono aggiungere il massimo valore;
- Provvedere indicatori di allarme preventivi di deteriorazione seria di credito.

Tre fattori nell'attività e nella struttura di capitale di un'azienda che contribuiscono alla LGD, ovvero Loss Given Default, sono:

- Il valore degli asset nell'azienda, ossia, il valore di mercato degli asset, o meglio ancora, il futuro flusso di cassa scontato di un'azienda generato dai suoi asset.
- L'asset risk, l'incertezza o il valore del rischio del valore di un asset, questa è una misura dell'attività dell'azienda e del rischio di industria.

---

<sup>14</sup> Credit Risk Management by Ken Brown, Peter Moles.

“Merton's model, credit risk and volatility skews” by John C.Hull, Izzy Nelken, Alan D.White.

- La leva, la misura delle obbligazioni contrattuali di un'azienda e le affermazioni sui futuri flussi di cassa. Livelli più alti di leva aumentano la probabilità che un'azienda non possa essere capace di servire le obbligazioni fissate, come il debito ed i creditori. Nel gergo finanziario, queste aziende sono ritenute in crisi finanziaria e le obbligazioni di queste aziende vengono ritenute essere **distressed debt**. Una volta che un'azienda entra in bancarotta legale o procede con l'insolvenza, diventa inequivocabilmente in default.

I fattori che abbiamo appena citato influenzano il rischio di credito perché influenzano l'ammontare che può essere recuperato dato il default.

Per il credito al consumo non vi è la stessa spiegazione pronta che vi è per il rischio di default. Nell'applicazione del credito al consumo, i fattori come il possesso di una casa, il che può essere considerato come una proxy per i valori degli asset, e lo stile di vita, possono essere visti come indicativi di rischio di leva e di asset. Nonostante ciò, mentre questo potrebbe spiegare parzialmente la probabilità di default, non vi è una ragione teorica sottoscritta. Nel caso dell'analisi del credito al consumo, gli analisti utilizzano variabili che sono state buone indicatrici di rischio di credito nel passato nel predire il comportamento futuro di quest'ultimo.

Vi sono dei problemi nella predizione della probabilità di default che non sono connessi a rischi prevedibili di tipo finanziario.

Un esempio fra le ragioni per cui gli analisti devono fare attenzione nell'utilizzo dei modelli di credit scoring sono:

- Condotta Fraudolenta: abbiamo già trattato questa tipologia di rischio nell'analisi dettagliata del comportamento del cliente. Negli ultimi anni abbiamo assistito sempre di più a rendiconti finanziari ed imprese di revisione contabile in dimora di scandali finanziari.
- Cicli Economici: questi modelli tendono ad assumere la valutazione dei coefficienti costante, mentre i cicli economici possono assoggettare le compagnie a pressione finanziaria. I modelli finanziari possono essere derivati in un periodo nel quale stiamo assistendo un boom economico, e i coefficienti ponderati sono improbabili nel rimanere costantemente validi in un'inversione economica negativa. Le variabili sono costantemente in cambiamento nel tempo, di conseguenza la teoria necessita di essere costantemente adattata, essendo di fatto non più una teoria.
- Campioni omogenei e popolazioni eterogenee: la realtà potrebbe essere più eterogenea rispetto alle caratteristiche dei campioni, inoltre aziende nella stessa industria possono esibire diversi coefficienti. Queste differenze diventano solo più pronunciate da paese a paese. Questo potrebbe impattare aversamente solo la rilevanza del modello.
- Nessuna teoria alla base: gli ultimi venticinque anni di ricerca nel campo dello stress aziendale, hanno fallito nel provvedere a convincere la teoria del perché queste aziende fallissero. La teoria che le aziende e i revisori sono guidati da paura, avarizia e profitto,

dalla voglia di indulgere in condotta fraudolenta e attività criminali nel conseguimento di questi obiettivi, sono una realtà inaccettabile che osa non parlare il suo nome poiché dice cose inconcepibili sulla natura del sistema economico e sulla mancanza di misure disciplinari. Finché queste teorie sono ignorate, nessuna teoria completa può essere sviluppata. Questi modelli starebbero guardando solamente ai numeri e non vi sarebbe spiegazione o vista certa di cosa starebbe veramente succedendo.

15

### **3. Indicatori chiave e metriche per il monitoraggio del rischio di Credito**

#### **3.1 PD, LGD e RR; che ruolo hanno nei modelli strutturali?**

Le tre variabili principali che influenzano il rischio di credito degli asset finanziari sono: la probabilità di Default (PD), la Loss Given Default (LGD), la quale è uguale a uno meno il tasso di recupero (recovery rate RR) nell'evento di default, e l'esposizione a Default.

Grazie all'analisi dei modelli di valutazione del rischio di credito, presenti nel secondo capitolo, possiamo procedere con un focus sugli indicatori e le metriche utilizzate per il monitoraggio del rischio di credito, come tassi di default, differenziali di credito e (LGD) Loss Given Default. Un problema chiave nella comprensione del rischio di credito nel tempo è il concetto di perdita attesa e perdita inattesa. Osservando le serie storiche del default del credito possiamo vedere che le perdite attese sono solamente la perdita media nel tempo. Infatti, nel prezzamento vi è incluso il calcolo delle EL future (expected losses). Le EL sono tipicamente, il tasso di rischio medio determinato dai dati passati delle serie storiche. Vi è presente comunque la volatilità nel tasso di perdita. In altre parole, le perdite esperienziata varia nel tempo. Questa variazione può essere dovuta alla probabilità o alle situazioni economiche sottostanti dell'industria o dall'economia come un insieme, o come risultato di altri fattori unici al gruppo di credito in analisi. Questa è conosciuta come perdita inattesa. Più grande è la dispersione della perdita inattesa, più grande è il grado di rischio proveniente da eventi inaspettati di credito. Quindi non è sufficiente sapere solamente quale sarà la perdita attesa degli eventi di credito, è necessario anche sapere la distribuzioni di tali perdite nel tempo.

---

<sup>15</sup> Jones, S., & Hensher, D.A. (2008). *Advanced in Credit Risk Modelling and Corporate Bankruptcy Prediction*. Cambridge University Press.

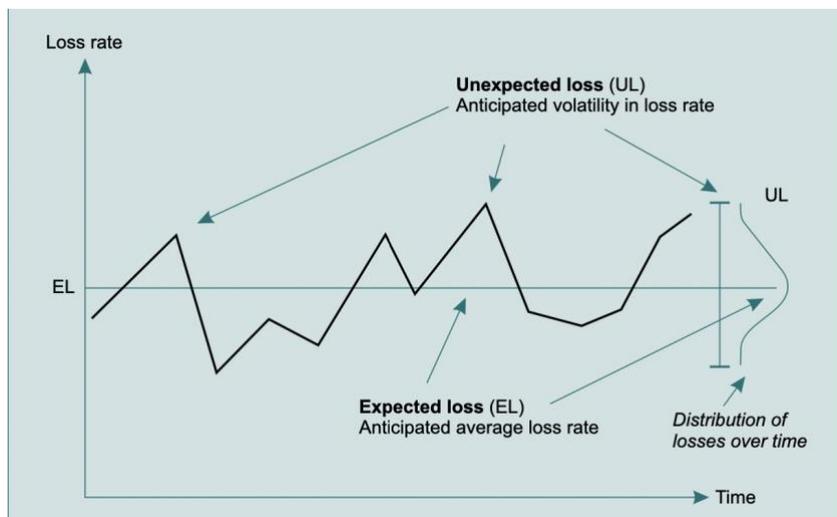


Figura 5 - Perdita attesa e Perdita inattesa

Gestire il rischio di credito significa gestire l'ammontare di perdita nel caso in cui il default avesse luogo, altrimenti conosciuto come la Loss Given Default (LGD). Vi sono un numero di diversi modi con cui un'azienda possa farlo. Un metodo menzionato precedentemente riguarda l'utilizzo di garanzie e costituzione delle garanzie. Nell'evento di default, il creditore ha una richieste di un asset specifico del debitore. Il beneficio per il creditore di utilizzare delle garanzie, è quello, nell'evento di default, in cui quest'ultimo viene risparmiato dalle spese del processo di default e di gestione del debitore con altri creditori, assumendo che le garanzie siano state stanziare a sufficienza per coprire l'intero ammontare del prestito. Per esempio, è un requisito nel mercato dei futures per tutti i partecipanti di provvedere margine quando si entra in una transazione. Questo è un deposito che copre potenziali perdite future e sta quindi a significare che non vi è rischio di performance alle altre parti nel mercato dei futures. Non solo garanzie, un creditore dovrebbe essere interessato anche nel livello totale del capitale del debitore. La ragione è, che un'adeguata scorta di capitale, fa da cuscino contro la bancarotta e l'insolvenza, nel caso in cui il credito assista a perdite temporanee. Nel caso in cui il credito è inaccettabile dovuto all'alto rischio di non performare, è possibile in alcuni casi ottenere una garanzia di credito. Questa è un'assicurazione contro terzi che sottoscrive il rischio di default. Tali garanzie sono spesso richieste, quando l'assunzione di prestiti è fatta sotto un sussidiaria di una compagnia dove la compagnia madre è poi chiamata a garantire la transazione. Un altro approccio comune nelle transazioni dei derivati tra grandi banche e altre istituzioni finanziarie, è quello di ridurre l'esposizione tramite accordi di compensazione. In tali accordi, solamente i proventi netti piuttosto che i proventi lordi sono tenuti a versare una somma all'altro, a condizione di ricevere in cambio il pagamento dall'altra parte. Con un accordo di compensazione viene pagata dall'altra parte solamente la differenza. Notiamo che alcuni di questi contratti avranno un valore positivo (asset) ed un valore negativo (passività). Utilizzando accordi di compensazione, la posizione dell'asset può fare da contrappeso contro la posizione della passività.

Un'attenzione significativa è stata data dalla letteratura del rischio di credito, alla stima della prima componente citata all'inizio del paragrafo, ovvero la PD. Molta meno attenzione è stata dedicata invece alla stima dei recovery rates RR e alla loro relazione con la PD. Questo è dovuto principalmente a due fattori collegati fra loro. In primo luogo, i modelli di prezzamento del credito e di applicazione di gestione del rischio, tendono a focalizzarsi sul rischio sistematico delle componenti del rischio di credito, essendo questi gli unici ad attrarre il premio per il rischio. Secondariamente, i modelli di rischio di credito assumevano tradizionalmente RR come indipendente su caratteristiche singole che non rispondono a fattori sistematici, e che fosse indipendente da PD. La concentrazione che vi era in principio sull'analisi di default è stata parzialmente ribaltata dal recente aumento nel numero di studi dedicati alla stima dei recovery rates ed alla relazione fra questi ultimi e la PD. Prove reali da diversi paesi evidenziano che i valori delle garanzie e gli RR possono essere volatili e, più che altro, tendono ad andare giù appena il numero di default aumenta nelle inversioni economiche negative. Andremo ad analizzare come nel tempo questi indicatori sono cambiati e come hanno influenzato i modelli analizzati nel capitolo secondo. Questi modelli possono essere divisi in due grandi categorie: (a) modelli Credit-pricing e (b) portafogli di credito value at Risk (VaR). I credit pricing come anticipato possono essere divisi in tre approcci: modelli strutturali, modelli strutturali di seconda generazione, e modelli a forma ridotta. La prima categoria dei modelli di rischio di credito sono quelli basati sul quadro originariamente sviluppato da Merton (1974) da noi descritto nel paragrafo 2.3.6, utilizzando i principi di misurazione delle opzioni (Black and Scholes, 1973). In questo quadro, il processo di default di una compagnia è guidato dal valore degli asset dell'azienda, e il rischio di default dell'azienda è quindi esplicitamente legato alla variabilità del valore delle attività della stessa. L'intuizione basica dietro il modello di Merton è relativamente semplice, ovvero il default avviene quando il valore delle attività di un'azienda è più basso delle passività. Il pagamento dei detentori di debito è dunque più piccolo di due quantità, il valore nominale del debito il valore di mercato dell'attività dell'azienda. assumendo che il debito aziendale è interamente rappresentato da un zero-coupon bond, se il valore dell'azienda alla maturity è più grande del valore nominale del bond, allora il detentore del bond riceve indietro il valore nominale del bond. Ciononostante, se il valore dell'azienda è meno del valore nominale del bond, i portatori d'interesse ricevono niente e i detentori del bond ricevono indietro il valore di mercato dell'azienda, con uno strike price uguale al valore nominale del bond e una maturity uguale a quella del bond. Seguendo queste intuizioni basiche, Merton ha derivato una formula implicita per il calcolo dei bond rischiosi che può essere utilizzata sia per la stima della PD di un'azienda, sia per stimare il differenziale dello yield tra un bond rischio e un bond privo di rischio. In aggiunta a Merton (1974), la prima generazione dei modelli in forma strutturale includono Black and Cox (1976), Geske (1977), e Vasicek (1984). Ognuno di questi modelli tenta di affinare il modello originale di Merton, rimuovendo una o più assunzioni irrealistiche. Black and Cox (1976) introduce la possibilità di strutture di capitale più complesse, con debito subordinato. Geske (1977) introduce l'interesse sul pagamento del debito; Vasicek (1984) introduce la distinzione tra passività di

breve e lungo termine, che sono ora rappresentate come la caratteristica distintiva del modello KMV. Sotto questi modelli, tutti gli elementi rilevanti al rischio di credito, incluso il default ed il recupero a default, sono funzioni delle caratteristiche strutturali dell'azienda: volatilità delle attività (rischio d'impresa) e della leva (rischio finanziario). L'RR è dunque una variabile endogena, essendo il payoff dei creditori una funzione del valore residuo delle attività della compagnia in default. Più precisamente sotto il quadro teorico di Merton, la probabilità di default, i recovery rates, tendono ad essere correlati inversamente. Se, per esempio il valore dell'azienda aumenta, allora la sua PD tende a diminuire quando l'RR atteso a default aumenta; questo fenomeno prende il nome di *ceteris paribus*. Dall'altro lato, se il debito dell'azienda aumenta, la sua PD aumenta mentre i RR attesi a default diminuiscono. Finalmente, se la volatilità delle attività aumentano, la sua PD aumenta mentre i RR attesi diminuiscono, potendo i valori possibili delle attività essere abbastanza bassi relativamente ai livelli delle passività. Anche se la linea di ricerca che segue l'approccio Merton ha provato essere utile nell'indirizzare gli aspetti qualitativamente importanti della misurazione del rischio di credito, è stato di successo nelle applicazioni pratiche. Questa mancanza di successo è stata attribuita per diverse ragioni. Primo, sotto il modello Merton, il default dell'azienda avviene solo alla maturity del debito, uno scenario che è improbabile a contrasto con la realtà. Secondo, per il modello che deve essere usato nel valutare i debiti con rischio di default di un'azienda con più di una classe di debito nella sua struttura di capitale, la priorità strutturale dei vari debiti deve essere specificata. Inoltre, questo quadro assume che le regole di priorità assoluta siano aderenti al default, con questo, i debiti vengono ripagati in ordine di anzianità. Nonostante, evidenze empiriche in Franks e Torous (1994) indicano che la priorità assoluta sia spesso violata. Più che altro, l'utilizzo di una distribuzione lognormale nel modello base di Merton tenda ad esagerare le RR nell'evento di default.

### **3.1.1 Loss Given Default; dentro il Default.**

Come anticipato nel primo capitolo a proposito degli Accordi di Basilea, andremo a trattare nello specifico una delle sue componenti precedentemente citate, la Loss Given Default (LGD). L'Accordo permette alle banche di calcolare il rischio di credito dei requisiti di capitale secondo due approcci: l'approccio standardizzato, il quale utilizza ratings fatti da agenzie per la ponderazione del rischio delle attività, e l'approccio IRB, il quale permette alle banche di utilizzare stime interne delle componenti del rischio di credito per calcolare il capitale di rischio di credito. Le istituzioni utilizzando l'IRB necessitano di sviluppare metodi per stimare queste componenti chiave. Una di queste componenti è la Loss Given Default (LGD), la perdita del credito avviene se il debitore di una banca va in default. Visto che molte organizzazioni statunitensi sono prone all'uso dell'approccio IRB, le banche ed i supervisori simili necessiteranno presto di capire la LGD, inclusi vari problemi circostanti, per valutare l'implementazione dell'IRB attuale o pianificata. Il Nuovo Accordo sul Capitale di Basilea è disegnato per allineare in modo migliore il capitale regolamentare con il rischio sottostante nel portafoglio di credito di una banca. Permette alle banche di calcolare il capitale del rischio di

credito nei due modi prima citati. Nell'IRB approach, quest'ultimo si basa su quattro parametri chiave utilizzati per stimare il rischio di credito, ovvero:

1. PD. La probabilità di default di un debitore nell'orizzonte di un anno.
2. LGD. Loss given Default.
3. EAD. Exposure at Default.
4. M. Maturity.

Come già anticipato, per il calcolo della perdita attesa trattata parzialmente nel paragrafo precedente, come nel primo capitolo, è necessario moltiplicare i primi tre parametri fra loro. Vi sono due varianti dell'IRB disponibili per le banche, il foundation e l'advanced. La flessibilità nel determinare i valori LGD cuciti sul portafoglio di una banca saranno probabili essere una motivazione per una banca per volersi spostare da un approccio all'altro. Il grado appropriato di flessibilità dipende, certamente, sulla conoscenza che una banca ha riguardo all'LGD, conseguentemente i supervisori devono essere bravi a valutare quello che una banca conosce. Nonostante molte banche siano capaci nel seguire un disegno interno basato sull'esperienza interna, qualsiasi banca che procede con l'IRB approach avrà sicuramente bisogno di considerare delle caratteristiche comuni della perdita e del recupero di questa, identificate da un vasto set di studi accademici e industriali. Probabilmente, i supervisori devono essere coscienti di queste caratteristiche comuni per valutare l'adeguatezza dell'approccio intrapreso da una banca. Il più delle volte, il recupero ha una percentuale di esposizione che è o relativamente alta, (quindi attorno al 70-80%), o relativamente bassa tra il 20 e il 30%. La distribuzione del recupero o della perdita è chiamata bimodale. Pensare quindi ad una media di recupero o di perdita può essere veramente fuorviante. Le determinanti più importanti, è quella di capire se la struttura di capitale dell'obbligato sia sicura o meno in caso di default. Le guarigioni sono sempre sistematicamente più basse in periodi di recessione, più o meno un terzo più basse, il che è abbastanza preoccupante. L'industria dell'obbligati sembra preoccuparsi riguardo alle seguenti: asset tangibili intensivi dell'industria, specialmente le utilities, hanno tassi di recupero più alti piuttosto che aziende nel settore dei servizi, con alcune eccezioni come il settore high tech e della telefonia. La dimensione dell'esposizione non ha nessun effetto significativo sulle perdite.

Adesso verrà specificato con cura cosa si intende Default. Per definizione, uno strumento di debito, può esperire una perdita solo se avviene default. Nonostante ciò, non vi è nessuna definizione standard che costituisce il default. Diverse definizioni possono essere usate per differenti motivi. Tipicamente un default avviene quando una qualsiasi delle seguenti condizioni vengono riscontrate:

- Un prestito è piazzato come credito in sofferenza.
- Una cancellazione era già avvenuta.
- Il debitore è più di 90 giorni oltre la scadenza.
- Il debitore ha richiesto la bancarotta.

Secondo il BIS (Bank for International Settlement), la definizione di default per i nuovi scopi del Nuovo Accordo di Basilea riflette molti fra questi eventi:

“Un default è considerato avvenuto in riguardo ad un debitore in particolare quando uno o più dei seguenti eventi ha luogo”:

- Viene determinato che l'obbligato è improbabile a pagare i debiti derivanti dalle sue obbligazioni, in toto;
- Un evento di perdita di credito associato con una delle obbligazioni dell'obbligato, come una cancellazione, una provvigione specifica, una ristrutturazione sotto stress che include il perdono o un postponersi del principale, dell'interesse o delle sanzioni;
- L'obbligato è oltre i 90 giorni dalla scadenza su ogni obbligazione di credito; oppure
- L'obbligato ha prestato istanza di fallimento o simili atti di protezione per i creditori.

La misura della perdita nell'evento di default, la **LGD** (percentuale di esposizione), dipenderà chiaramente dalla definizione del default adottato. Più istanze di default sotto la definizione potrebbero risultare in nessuna perdita avvenuta. Per esempio, un'azienda può procedere 90 giorni oltre la scadenza del suo prestito e successivamente rispettare tutte le sue obbligazioni. Questo evento conterebbe come default, ma risulterebbe in pieno recupero. Una banca che ignora tali eventi sottostimerà i tassi di recupero dall'esposizione e tutto il recupero non sarà incluso nei dati di perdita della banca. Il modello bancario ammonterà conseguentemente ad un'immagine pessimistica complessiva dalle perdite dato il default.

LGD è definito come il coefficiente delle perdite all'esposizione a default, ma come sempre l'errore sta nei dettagli. Una volta che il default è avvenuto, la LGD include tre tipi di perdita:

- La perdita del principale.
- I costi di carico dei prestiti non performanti.
- Spese di allenamento.

Vi sono tre ampie vie per misurare l'LGD di uno strumento:

1. **Market LGD**: osservato dai prezzi di mercato dei bond che sono andati in default o prestiti di mercato subito dopo l'evento vero di default.
2. **Workout LGD**: l'insieme di flussi di cassa stimati risultanti dall'allenamento o dai processi di collezione, propriamente scontati, e l'esposizione stimata.
3. **Implied Market LGD**: LGD derivati di bond rischiosi misurati utilizzando il modello di misurazione teorico delle attività.

Andiamo a vedere nel dettaglio questi approcci per la misurazione dell'LGD:

Partendo dal primo citato, **Market LGD**, vediamo come questo approccio valuta i bonds che hanno fatto istanza di default e prestiti che vengono ambedue scambiati nel mercato, dei quali si potrebbe osservare direttamente i prezzi così tanto che lo scambio potrebbe essere già avvenuto. Le agenzie di rating basano i loro studi su questo approccio. I prezzi reali sono basati su 100 e possono essere così facilmente tradotti in percentuali di recupero o come LGD in 100% meno la percentuale di recupero. Questi prezzi hanno delle proprietà desiderabili visto che sono osservati prima e sono il riflesso del sentimento del mercato al tempo. Dopo tutto, sono il risultato di una transazione di mercato e quindi

meno soggetti a dibattito riguardo la loro propria valutazione. Questi prezzi riflettono il recupero atteso dell'investitore, scontato su misura, e includendo perciò recuperi su ambe i principali scontati e mancati pagamenti d'interesse, anche come costi di ristrutturazione e incertezza del processo di ristrutturazione. Nel dataset Moody, per esempio, sono osservati nel mercato un mese dopo la prima occorrenza di default. Questo prezzo è perciò il valore atteso presente di mercato dell'eventuale recupero.

Il secondo approccio, il **Workout LGD**, osserva l'LGD attraverso il corso del suo allenamento ed è leggermente più complicato del precedentemente citato. Deve essere fatta attenzione al timing dei flussi di cassa delle attività sotto stress. Misurando il timing impatterebbe la stima a valle della LGD realizzata. I flussi di cassa dovrebbero essere scontati, ma non è assolutamente ovvio quale tasso di sconto applicare. Per esempio, la ristrutturazione del debito potrebbe risultare nel rilascio di asset rischiosi come equity o warrants, o meno rischiosi come note, bond o addirittura denaro. In principio il tasso corretto sarebbe stato per un asset di rischio simile. Importante, una volta che l'obbligato commette default, la banca è un investitore nelle attività che hanno subito default e dovrebbe valutare conseguentemente, possibilmente al tasso di rendimento della banca. Candidati inappropriati includono i tassi del coupon ed i tassi risk free.

Infine l'ultimo approccio, **Implied Market LGD**, totalmente differente da quelli prima citati, riguarda una visione dei differenziali di credito sui bond rischiosi che non hanno subito default e vengono correntemente scambiati. Nonostante questo nuovo metodo non sia totalmente migrato nell'arena del rischio di credito delle banche, viene utilizzato nella stanza di scambio per prodotti ad entrata fissa e derivati di credito, e come questi sono spesso usati come controllo contro i più convenzionali modelli di rating di credito. Più che altro, alcuni portafogli di credito richiedono differenziali di credito come parametri di input. Lo spread sui bond del tesoro, quindi risk free, è un indicatore del risk premium richiesto dall'investitore. Nonostante ciò, questo spread riflette la perdita attesa, e di conseguenza, anche la PD e la LGD, come anche premi di liquidità. Solo recentemente sono stati sviluppati modelli che permettono di identificare separatamente questi due parametri dallo spread dei bond.

### **3.1.2 LGD e EAD**

Per il periodo di un prestito, l'EAD è raramente ambiguo. Questo non è il caso in cui, comunque, per le strutture una linea di credito tale dove il debitore è teoricamente abile a tirare giù a volontà alla linea impegnata dello strumento. Più che altro, con il peggiorare dello stress finanziario, un debitore tirerebbe giù tipicamente il più possibile sugli strumenti esistenti inutilizzati in modo da evitare il default. Nell'approccio IRBf, l'EAD è anche basato su valori supervisor in casi dove la misurazione non è chiara. Ad esempio, EAD è 75% per impegni irrevocabili inutilizzati. Ciononostante, sotto l'altro approccio standardizzato, EAD può essere determinata dalla banca tramite un modello. Per strutture dove l'esposizione e dunque LGD sono incerti, il fattore di equivalenza del prestito rappresenta una stima quantitativa di quanto un impegno possa essere abbassato da un debitore in default. Nel definire EAD per oggetti di bilancio, EAD è tipicamente presa per essere il saldo nominale

netto di qualsiasi provvigione specifica. Per strumenti fuori bilancio, EAD è stimata come l'importo prelevato corrente,  $E(t)$ , più l'ammontare non prelevato,  $L(t) - E(t)$ , moltiplicato per il fattore di conversione di credito, CCF o coefficienti di equivalenza del prestito (LEQ):

$$EAD = E(t) + CCF \cdot (L(t) - E(t))$$

Il fattore di conversione di credito può essere definito come il tasso percentuale di linea di credito non prelevate (UCL) che devono ancora essere pagate ma saranno utilizzate dal debitore quando si verifica il default. Il calcolo del CCF è molto importante per oggetti fuori bilancio essendo l'esposizione corrente generalmente non un buon indicatore del EAD finale, per una ragione molto semplice, essendo un'esposizione si muove verso il default, la probabilità è che sarà prelevato di più dal conto. In altre parole, la fonte di variabilità dell'esposizione è la possibilità di prelievi aggiuntivi quando il limite lo concede. Il calcolo corretto del coefficiente di conversione di credito per strumenti fuori bilancio è di pertinente interesse e importanza al settore finanziario. La motivazione principale per scegliere questo argomento è quella di fornire una visione generale dell'industria, come delle sue tecniche a disposizione per la stima dell'LGD, dato che mette in atto una distribuzione bimodale.

### **3.2 AI and Machine Learning in Credit Risk**

L'intelligenza artificiale ha preso sempre più piede nella vita odierna delle persone. Notiamo che già con l'utilizzo di ChatGPT un software di intelligenza artificiale, ancora in via di programmazione, sia già possibile esplorare, progettare e produrre, cose che da soli avrebbero richiesto molto più tempo. Basta pensare che è possibile chiedere al software di creare un portafoglio di investimento, e senza aver mai toccato in prima persona un programma di investimento o essere andati all'università, potremmo ottenere in mano un risultato elaborato frutto della mera intelligenza artificiale. L'intelligenza artificiale Black Box (AI), non è però adatta ai servizi finanziari regolamentati. Per superare questo ostacolo, modelli AI spiegabili, che provvedono dettagli e ragioni per il funzionamento della stessa intelligenza artificiale, sono necessari. Per sviluppare questi modelli, si necessita prima di capire cosa "spiegabile" significa. Recentemente sono state fornite delle importanti definizioni istituzionali. Per esempio, Bracke et al. afferma che "spiegazioni possono rispondere diversi tipi di domande a proposito delle operazioni di un modello a seconda degli stakeholder interessati. L'interpretazione invece, secondo Croxson, sarà il focus preso come significato che comprende i drivers principale del modello di decisione. Spiegabilità significa che lo stakeholder interessato può comprendere i driver principali di decisione guidata dal modello. Il GDPR europeo riguardante la regolamentazione afferma che "l'esistenza di processi decisionali automatizzati, come anche la significatività e le conseguenze inaspettate di tali processi per i dati in oggetto, dovrebbe portare informazioni importanti riguardo la logica coinvolta." Sotto la regolamentazione GDPR, il soggetto dei dati è prima di tutto, sotto certe circostanze, intitolato a ricevere informazioni significative riguardo la logica di processi di decisione automatizzati. Finalmente, la Commissione Europea di Esperti riguardo ad AI ha presentato le linee guida etiche per intelligenza artificiale affidabile nell'aprile 2019. Tali linee guida pongono un set di sette requisiti chiave che i sistemi AI dovrebbero rispettare per

acquistare fiducia. Tra questi tre requisiti nel concetto di XAI “eXplainable Artificial Intelligence”, e sono le seguenti.

- Agenzia umana e supervisione: le decisioni devono essere informate, e vi deve essere un umano nel processo di supervisione.
- Trasparenza: i sistemi AI e le loro decisioni dovrebbero essere spiegati in un modo adatto alle preoccupazioni dello stakeholder. Gli umani devono essere a conoscenza che stanno interagendo con un sistema di intelligenza artificiale.
- Responsabilità: sistemi AI dovrebbero sviluppare meccanismi di responsabilità, verificabilità, valutazione e assestamento degli algoritmi.

La procedura di machine learning proposta, processa i risultati di qualsiasi altro modello arbitrario di machine learning. Provvede più informazioni, controllo e trasparenza, rispetto ad una black box machine learning. Utilizza un modello agnostico puntando ad identificare i criteri dei processi di decisione di un'intelligenza artificiale in forma di variabili di importanza. Un concetto chiave di questo modello è il valore Shapley di decomposizione di un modello, un concetto di payoff proveniente dalla teoria dei giochi in una situazione cooperativa. Questo è l'unico modello di intelligenza artificiale spiegabile e applicabile alle fondamenta economiche. Offre una ripartizione dei contributi variabili in modo che tutti i punti di dati non vengono rappresentati solamente dalle caratteristiche degli input ma anche da contribuzioni di variabile per la predizione del modello di machine learning.

Più precisamente, questa metodologia appena introdotta è basata sulla combinazione di analisi di rete con valori di Shapley. Valori di Shapley erano originariamente introdotti da Shapley come concetto di soluzione nella teoria dei giochi cooperativa. Corrispondevano alla media dei contributi marginali di ogni variabile esplicativa per ogni punto di predizione di un modello di machine learning, a prescindere del modello sottoscritto. In altre parole, i modelli Shapley basati su XAI, combinano una generalità di applicazioni con la personalizzazione dei loro risultati.

Rete di correlazione, conosciuti anche come rete di similarità, sono stati introdotti da Mantegna e Stanley (1999) per mostrare come le serie temporali dei prezzi delle attività potessero essere raccolti in gruppi in base alla loro matrice di correlazione. Pattern di correlazione tra aziende possono essere estratte similamente da caratteristiche trasversali, basati sui dati di bilancio, e possono essere utilizzati in modelli di rischio di credito. Per contare su certe similarità, possiamo fare affidamento sulle misure di centralità, che secondo Giudici (2019), hanno dimostrato che l'inclusione di misure di centralità nei modelli credit scoring migliora la loro utilità predittiva.

I modelli di rischio di credito sono spesso utilizzati per stimare la perdita finanziaria attesa che un'istituzione di credito come una banca, o creditori peer-to-peer, soffrono nel caso in cui il debitore faccia istanza di default sui suoi debiti. La componente più importante di un modello di rischio di credito, come prima citata è la probabilità di default, la quale è tipicamente stimata statisticamente utilizzando modelli credit scoring.

I debitori possono essere individuali, aziende o altre istituzioni di credito. Ci concentreremo sulle aziende medio piccole, i quali dati finanziari sono facili da e pubblicamente disponibili, i forma di bilancio annuale. Per ogni azienda,  $n$ , viene definita una risposta variabile  $Y_n$  per indicare se i debiti hanno commesso default oppure no.  $Y_n = 1$  se il default ha luogo invece  $Y_n = 0$  altrimenti. Con  $X_n$  invece indiamo un vettore delle variabili esplicative. I modelli Credit Scoring assumono che la risposta variabile  $Y_n$  possa essere causata dalla variabile esplicativa  $X_n$ . Il modello più comunemente utilizzato nel credit scoring second regressione logistica è quello analizzato nel capitolo secondo e riportato qui sotto:

$$\ln\left(\frac{p_n}{1-p_n}\right) = \alpha + \sum_{j=1}^J \beta_j x_{nj}$$

Dove  $p_n$  è la probabilità di default per un'azienda  $n$ ;  $x_n = (x_{i,1}, \dots, x_{i,j})$  è un vettore dimensionale  $J$ , contenente i valori delle variabili esplicative  $J$  assunte per l'azienda  $n$ ; il parametro  $\alpha$  rappresenta l'intercetta;  $\beta_j$  è il coefficiente di regressione  $j$ -esimo. Una volta che i parametri  $\alpha$  e  $\beta$  sono stimati utilizzando i dati disponibili, la probabilità di default può essere stimata, invertendo il modello di regressione logistica, da:

$$p_n = \frac{\exp\left(\alpha + \sum_{j=1}^J \beta_j x_{nj}\right)}{1 + \exp\left(\alpha + \sum_{j=1}^J \beta_j x_{nj}\right)}$$

Alternativamente il rischio di credito può essere calcolato con modelli ML, Machine Learning, capaci di estrarre relazioni non lineare tra le informazioni finanziare contenute in bilancio. In un ciclo di vita standard di dati, i modelli sono scelti per ottimizzare l'accuratezza predittiva. In settori altamente regolamentati, come quello della finanza e della medicina, i modelli dovrebbero essere scelti bilanciando accuratezza e spiegabilità. Miglioriamo la scelta selezionando modelli basato sulla solo accuratezza predittiva, utilizzando un algoritmo a posteriori che raggiunge il criterio di spiegabilità. Questo non limita la scelta del modello più performante. Per semplificare il nostro approccio, consideriamo, senza perdita della generalità, il modello Extreme Gradient Boost. XGBoost è un modello supervisionato basato sulla combinazione di tre modelli con il Gradient Boosting. Gradient Boosting è un'ottimizzazione tecnica capace di supportare diversi compiti di apprendimento, come la classificazione, il ranking e la predizione. Un modello ad albero è un modello di classificazione supervisionato che cerca la partizione delle variabili esplicative che meglio classificano la risposta della variabile. Extreme Gradient Boosting migliora i tre modelli rafforzando la loro performance relativa alla classificazione, come mostrato da Chen e Guestrin (2016). Gli stessi autori hanno mostrato come XGBoost sia più veloce degli algoritmi del modello ad albero.

Nella pratica, l'algoritmo del modello di classificazione ad albero è applicato successivamente all'allenamento dei dati disponibili, utilizzando pesi campione che cambiano nel tempo, ponderando più osservazioni con il peggior adattamento. Una volta che gli alberi di sequenza si sono adattati, e le classificazioni sono state fatte, una maggioranza di voto è presa.

Una volta che il modello per la stima della probabilità di default è scelto, dovrebbe essere misurato in termini di accuratezza predittiva, e comparato con altri modelli, in modo da selezionare il migliore. L'approccio più comune nella misura dell'accuratezza predittiva dei modelli credit scoring è quello di dividere casualmente i dati disponibili in due parti: una parte allenata e una parte da testare; si costruisce il modello utilizzando i dati del set di allenamento, e compariamo le predizioni del modello ottenute sul set di test,  $Y_n$  stimato con in realtà valori di  $Y_n$ .

Per ottenere  $Y_n$  stimato, la probabilità stimata di default è arrotondata in default o non default, a seconda se la soglia è superata o meno. Per una data soglia  $T$ , può essere contata la frequenza dei quattro possibili output; ovvero: FP False Positive: compagnia predetta al default, che non lo commette; True Positives (TP): compagnie predette al default, che lo commettono; False Negatives (FN): compagnie predette come non default, che invece lo commettono; True Negatives (TN): compagnie predette al non default, che continuano a non commetterlo.

L'errata classificazione di un modello può essere computata come:

$$\frac{FP + FN}{TP + TN + FP + FN}$$

Caratterizza la proporzione di predizioni errate tra il numero totale di casi. Il tasso di errata classificazione dipende sulle soglie scelte e non è, quindi, una misura generalmente concordata dell'accuratezza predittiva. Una pratica comune è di usare la curva di (ROC) Receiver Operating Characteristics, che trama il tasso di Falsi Positive (FPR) sull'asse delle ordinate contro il tasso di Veri Positive (TPR) sull'asse delle ascisse, per un campo di variazione di valori soglia (tipicamente valori percentili). FPR e TPR sono calcolate come di seguito

$$FPR = \frac{FP}{FP + TN}$$

$$TPR = \frac{TP}{TP + FN}$$

La curva ideale di ROC coincide con l'asse delle Y, una situazione che non può essere realisticamente raggiunta. Il modello migliore sarà quello più vicino a quest'ultimo. La curva di ROC è tipicamente riassunta con i valori dell'Area sotto la curva di ROC (AUROC), un numero tra 0 e 1. Più grande è l'AUROC, migliore è il modello.

Possiamo adesso spiegare come sfruttare le informazioni contenute nelle variabili esplicative per localizzare e raccogliere le posizioni di ogni compagnia (individuo) nel solito campione. Questa informazione, accoppiata con le probabilità di default predette, permette una spiegazione perspicace del determinante dell'affidabilità creditizia di ogni individuo. Nel nostro contesto specifico, l'informazione sulla variabile esplicativa è derivata dalle dichiarazioni finanziarie delle compagnie mutuarie, collezione in un vettore  $x_n$ , rappresentante la posizione finanziaria del bilancio di un'istituzione  $n$ . Si propone di calcolare il valore Shapley associato con ogni azienda. In questo modo provvediamo uno strumentoagnostico che può interpretare in un modo tecnologicamente neutrale l'output proveniente da un modello machine learning altamente accurato. Come consigliato da Joseph

(2019), i valori Shapley di un modello possono essere usati come strumento per trasferire inferenze predittive in uno spazio lineare, aprendo la vasta possibilità di applicare loro una varietà di metodi statistici multivariati. L'approccio Shapley citato viene sviluppato utilizzando il quadro computazionale SHAP Lundberg and Lee, che permette di stimare i valori Shapley esprimendo combinazioni di variabili lineari che descrivono se ogni singola variabile sia inclusa o meno nel modello. Più formalmente, il modello di spiegazione  $g(z')$  per la predizione di  $f(x)$  è costruito da una componente addittiva del metodo di attribuzione, che scompone la predizione in funzioni lineari delle variabili binarie  $z'$  appartenente all'intervallo  $(0,1)^M$  e le quantità comprese in  $R$ :

$$g(z') = \phi_0 + \sum_{i=1}^M \phi_i z'_i$$

In altri termini,  $g'(z') \approx f(h_x(z'))$  è l'approssimazione locale della previsione dove la funzione locale  $h_x(x') = x$  mappa le variabili semplificate  $x'$  in  $x$ ,  $z'$  approssimato a  $x$  e  $M$  è il numero di variabili selezionate input.

Certamente, Lundberg and Lee (2017) provano che l'unica caratteristica addittiva del metodo di attribuzione che soddisfa le proprietà di accuratezza locale, mancanza e consistenza è ottenuta attribuendo ad ogni caratteristica  $x_i'$  un effetto  $\phi$  chiamato valore Shapley, definito come:

$$\phi_i(f, x) = \sum_{z' \subset x'} \frac{|z'|! (M - |z'| - 1)!}{M!} [f_x(z') - f_x(\frac{z'}{i})]$$

Dove  $f$  è il modello allenato,  $x$  il vettore degli input (caratteristiche),  $x'$  il vettore di  $M$  caratteristiche selezionate. La quantità  $f_x(z') - f_x(z'/i)$  è la contribuzione della variabile  $i$  ed esprime, per ogni singola predizione, la deviazione di Shapley dalla loro media.

In altre parole, il valore Shapley rappresenta una quantità unica capace di costruire il modello esplicativo che localmente e linearmente approssima il modello originale, per un input specifico  $x$ . Con la proprietà che, in qualunque momento la caratteristica è localmente zero, il valore Shapley è zero (mancanza) e se nel secondo modello di contribuzione la caratteristica è più alta, questa sarà il suo valore Shapley (consistenza).

Una volta che il valore Shapley viene calcolato, viene proposta una rete di similarità da applicare, definendo una metrica che provvede la distanza relativa tra le aziende applicando la distanza Euclidea tra ogni coppia  $(x_i, x_j)$  dei vettori predetti di una compagnia come in Giudici (2019).

Viene derivato il Minimal Spanning Tree (MST), rappresentazione delle aziende, applicando la rete di correlazione suggerita da Mantegna e Stanley (1999). L'MST è un albero senza cicli di network complessi, che uniscono coppie di vertici con la distanza minima totale.

La scelta è motivata dalla considerazione che, per rappresentare a coppie le correlazioni tra  $N$  compagnie nel grafico, necessitiamo di  $N*(N-1)/2$  margini, un numero che cresce velocemente, rendendo il grafico corrispondente incomprensibile. L'MST semplifica il grafico in  $N-1$  margini, che prendono  $N-1$  gradini per essere completati. Ad ogni grado, unisce le due aziende che sono più

simili, in termini di distanza Euclidea tra le variabili esplicative corrispondenti alla variabile esplicativa. Nel contesto del valore Shapley, la similarità delle contribuzioni della variabile è espressa come una matrice simmetrica di dimensione  $n \times m$ , dove  $n$  è il numero di data points nel set d'allenamento. Ogni entrata nella matrice misura quanti simile o distante una coppia di dati in termini di contribuzioni variabile. La rappresentazione MST associa ad ogni punto il suo vicino più simile. Per generare la MST sono state usate delle EMST, algoritmo ad albero doppio di Boruvka, e la sua implementazione nel pacchetto R "emstreeR". La solita matrice può essere anche usata, in un secondo step, per fusione ulteriori future dei nodi, tramite l'analisi cluster. Questo step ulteriore può rivelare segmentazioni di data points simili alla variabile di contribuzione, corrispondente a processi decisionali di credit scoring simili.

Adesso andremo a vedere ed analizzare un set di dati per osservare il risultato in termini di output.

Vengono utilizzati i dati procurati dall'ECAI, specializzata in credit scoring per piattaforme P2P concentrate su prestiti commerciali SME. L'analisi fa affidamento su dataset composto da informazioni finanziarie ufficiali, ovvero variabili di bilancio. L'informazione sullo status di ogni azienda un anno dopo è anche questa fornita. La proiezione di aziende in default all'interno del dataset è 10,9%.

Utilizzando questi dati, Giudici ha costruito modelli di scoring di regressione logistica che puntano a stimare la probabilità di default di ciascuna compagnia, utilizzando i dati finanziari disponibili dei bilanci e in addizione misure di centralità di rete ottenute da network di similarità. Viene utilizzato XGBoost algoritmo ad albero per migliorare la performance predittiva. Per spiegare i risultati del modello, altamento predittivo, sono stati utilizzati modelli di network di similarità, in step di processo a posteriori. In particolare, sono stati adoperati dei dendogrammi a grappolo, rappresentazione che corrisponde all'applicazione di Minimum Spanning Tree algorithm.

Sono stati inizialmente divisi i dati in un set di allenamento corrispondente all'80% ed un set di test al 20%, utilizzando campioni senza sostituzione.

È stato successivamente stimato il modello XGBoost sul set di allenamento, applicato il modello ottenuto al set di test e comparato con il miglior modello logistico di regressione. Le curve ROC dei due modelli sono rappresentate nella seguente immagine:

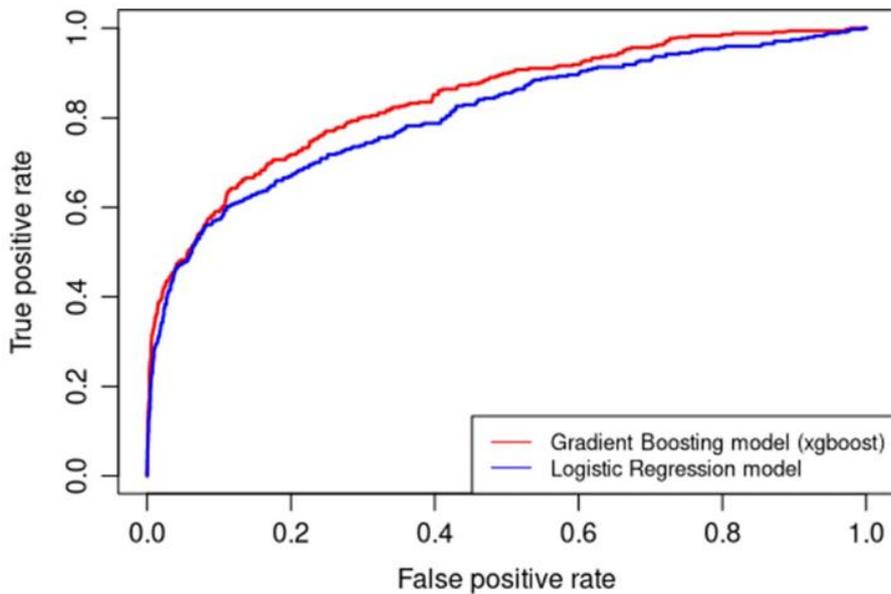


Figura 6 - Differenza fra risultati della regressione logistica ed XGBoost Model

Notiamo dall'immagine che l'XGBoost ha chiaramente migliorato l'accuratezza predittiva. Certamente la comparazione fra l'Area sotto o Under la curva ROC (AUROC) per i due modelli mostra un aumento da 0,81 (miglior modello di regressione logistica) a 0,93 (miglior modello XGBoost).

È stato calcolato successivamente il valore Shapley spiegazione delle aziende nel test set, utilizzando i valori delle variabili esplicative. In particolare, è stato utilizzato il metodo TreeSHAP meglio conosciuti come il modello ad Albero SHAP (Lundberg et al. 2020) in combinazione con il modello XGBoost. Il Minimal Spanning Tree è utilizzato per semplificare e interpretare la struttura presente tra i valori Shapley. È possibile utilizzare anche "colore" il grafico MST in termini della risposta associate con i valori delle variabili; default e non default. Vediamo come si presenta l'MST nelle seguenti figure:

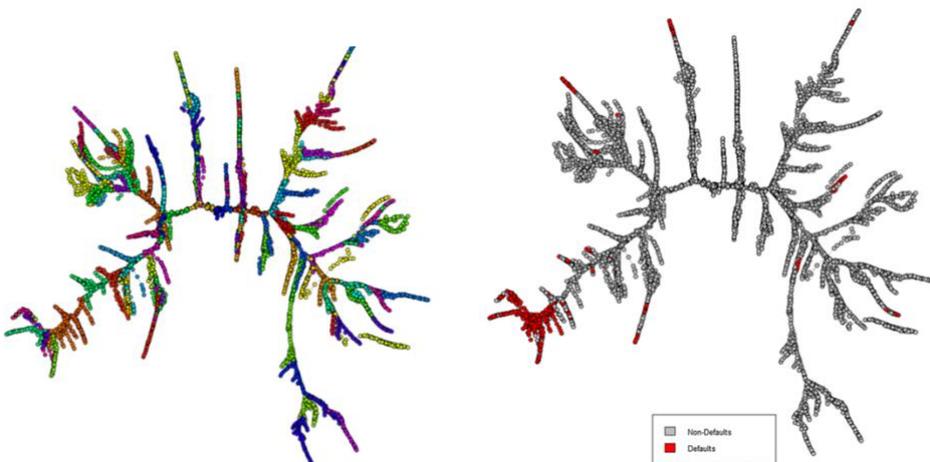


Figura 7 - MST

Nel primo grafico colorato, la rappresentazione dell'MST riguarda le aziende mutuarie. Le aziende sono colorate secondo il gruppo di appartenenza. Per costruire questo grafico in comunità colorate, è stato utilizzato un algoritmo implementato nel pacchetto R "igraph" che ottimizza direttamente il punteggio della modularità. L'algoritmo è veramente efficiente e scala facilmente i grandi network.

Nella seconda rappresentazione, l'MST si colora di rosso e grigio, nei rispettivi casi di Default (rosso) e non Default (grigio). Il raggruppamento è stato utilizzato utilizzando la distanza Euclidea fra le istituzioni. Da questa figura notiamo che i nodi appaiono raggruppati insieme nella rappresentazione MST, particolarmente lungo la branca nell'angolo in basso a sinistra. In generale, le istituzioni occupano una precisa porzione di network, tipicamente sono le foglie dell'albero, e formano gruppi. Questo suggerisce che quelle aziende formano comunità, caratterizzate da predizioni di variabili di simile importanza. Suggerisce che le compagnie non aventi commesso default che sono vicine a quelle in default, hanno un alto rischio di diventare in default, essendo l'importanza delle loro variabili simile a quelle delle compagnie finite in default. Per spiegare meglio questi risultati possiamo osservare i seguenti grafici:

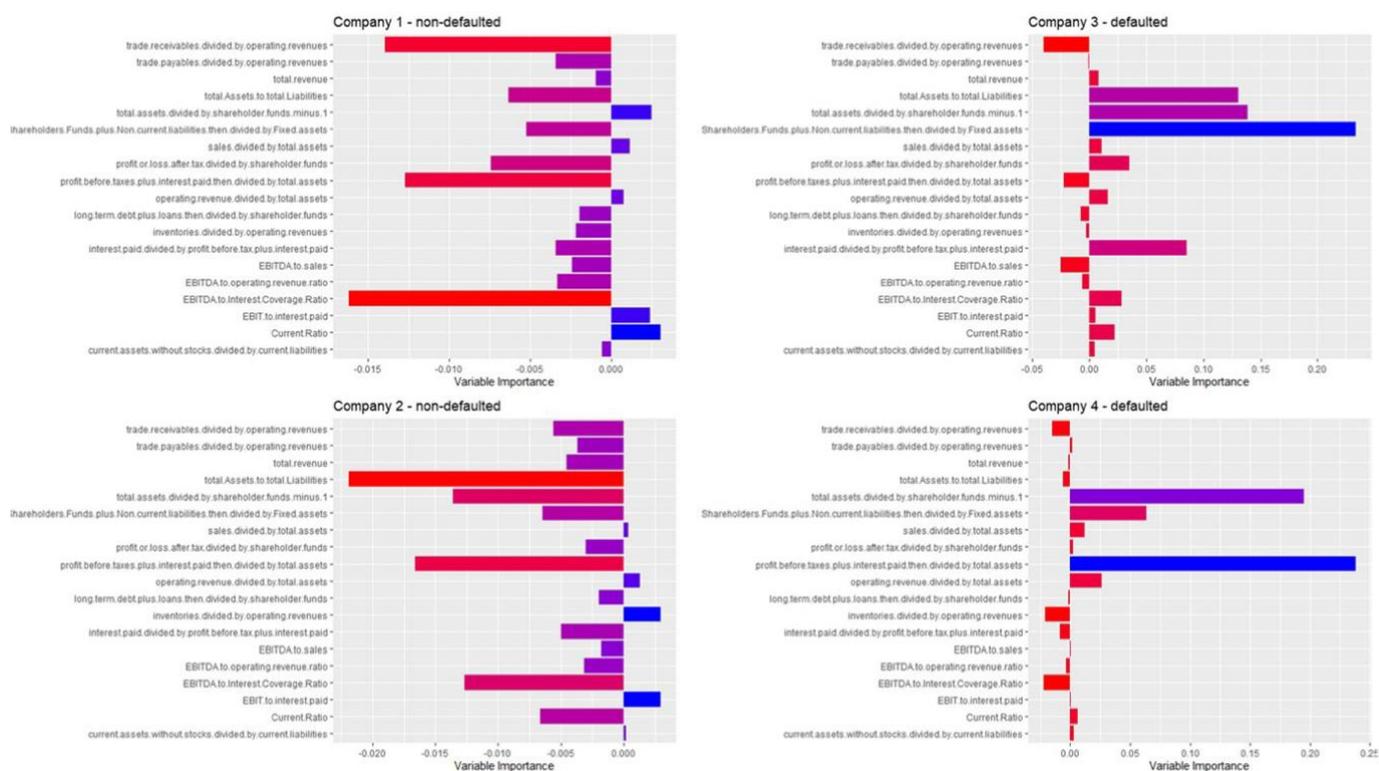


Figura 8 - Parametri per la valutazione di 4 aziende

In questi grafici viene fornita un'interpretazione dei punteggi di credito stimati per le quattro aziende: due che hanno commesso default e due che non lo hanno commesso. Dimostra chiaramente il vantaggio del modello spiegabile. Può indicare quali variabili contribuiscono di più alla predizione del default. Non solo in generale, come è fatto tipicamente modelli statistici e di machine learning, ma differentemente e specificamente per ogni compagnia nel test set. Questi grafici mostrano come le spiegazioni sono differenti (personalizzate) per ognuna delle quattro compagnie.

La variabile più importante, per le due compagnie che hanno rispettato le loro obbligazioni, riguardano: profitti prima delle tasse più gli interessi pagati, e gli utili prima delle tasse ed il deprezzamento (EBITDA), che sono comuni in entrambe; crediti verso clienti per la compagnia 1, e attività totali per la compagnia 2.

Economicamente, un'alta competenza diminuisce la probabilità di default, per entrambe le compagnie; dove un'elevato numero di fatture in sospeso, non ancora pagate, o una grande pila di attività, aiuta a ridurre la stessa probabilità.

Da un altro punto di vista, questi grafici dimostrano che le variabili più importanti per le due compagnie in default (nei box a destra) preoccupano: le attività totali, per entrambe le compagnie; fondi degli shareholder più le passività non correnti, per l'azienda numero tre; i profitti prima delle tasse più gli interessi pagati, per l'azienda numero 4.

In altre parole, più basse le attività totali venivano accoppiate in caso con fondi shareholder limitati, e nell'altro caso, con bassa competenza, aumentava la probabilità di default di queste due aziende.

I risultati appena analizzati sono consistenti con la analisi fatte in precedenza sugli stessi dati: infatti anche Giudici (2019) seleziona, come variabili più importanti in diversi modelli, il ROE, in relazione ad ambedue l'EBITDA e il profitto prima delle tasse più gli interessi pagati; la leva, relazionata alle attività totali e i fondi shareholders; il coefficiente di solvenza, relazionato ai debiti commerciali.

I grafici presi in considerazione fino ad adesso, contengono la spiegazione locale del potere predittivo delle variabili esplicative, ed è la contribuzione più importante del valore teorico di Shapley. Se ponderiamo la media dei valori di Shapley attraverso tutte le osservazioni, otteniamo una spiegazione complessiva, simile a quella della letteratura statistica e del machine learning.

Andiamo adesso ad analizzare l'ultima figura che prevede una spiegazione globale nel nostro contesto: le dieci variabili esplicative più importanti, in tutti i campioni. Dalla seguente figura possiamo notare che il totale delle attività rispetto al totale delle passività (la leva) è la variabile più importante, seguita dall'EBITDA, insieme ai profitti prima delle tasse più gli interessi pagati, misura l'efficienza operativa; e dai debiti commerciali, relazionati alla solvenza, in linea con i commenti precedentemente fatti.

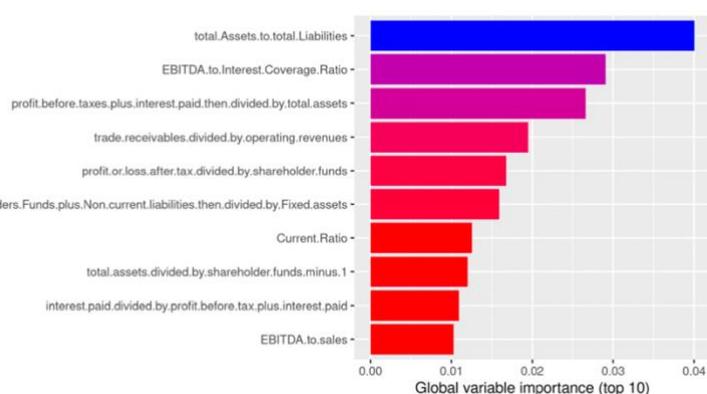


Figura 9 - Parametri di valutazione importanti

Fonte immagine: Journal of Finance

In conclusione possiamo constatare che il bisogno di sfruttare l'alta accuratezza predittiva, portata dai modelli di machine learning sofisticati, resi interpretabili, ha motivato l'introduzione di processi metodologici agnostici, basati su modelli di network di correlazione. Il modello può spiegare, da un punto di vista sostanziale, ogni singola predizione in termini di contribuzione del valore Shapley ad

ogni singola variabile esplicativa. Per l'implementazione di questo modello, sono stati utilizzati TreeSHAP, un modello consistente ed accurato, disponibile in pacchetti a fonti aperte. TreeSHAP è un algoritmo velocissimo capace di calcolare la Shapley Additive Explanation (SHAP) per modelli ad albero in tempi polinomiali invece che nella classica durata di esecuzione esponenziale. Per l'XGBoost è stato utilizzato NVIDIA GPUs per velocizzare considerabilmente il calcolo. In questo modo, il modello TreeSHAP può estrarre velocemente le informazioni dal modello xgboost.

La ricerca appena citata ha una policy importante in tema di implicazioni per i policy makers ed i regolatori che sono incaricati di proteggere i consumatori dai servizi di intelligenza artificiale. Mentre l'intelligenza artificiale migliora effettivamente la convenienza e l'accessibilità dei servizi finanziari, può far scattare anche nuovi rischi. Questa ricerca suggerisce che i network basati su modelli AI spiegabili possono avanzare effettivamente la comprensione delle determinanti del rischio finanziario e, specificamente, del rischio di credito. Lo stesso modello può essere applicato alle previsioni della probabilità di default, che è critica per la monitoraggio di rischio e prevenzione.

Ricerca future dovrebbero estendere la metodologia proposta per altri dataset e in particolare, quelli sbilanciati, per i quali l'occorenza di default tende ad essere rara, anche più di quanto osservato per i dati analizzati. La presenza di rari eventi può gonfiare l'accuratezza predittiva di tali eventi. Certamente, Thomas e Crook (1997) suggerisce di avere a che fare con questo problema tramite l'ultra campionamento e dovrebbe essere interessante vedere cosa implica nei network di correlazione proposti nel contesto del valore di Shapley.

### **3.3 Stress Test**

Lo Stress Testing è uno strumento importante utilizzato dalle istituzioni finanziarie per valutare la resilienza del loro portafoglio di credito sotto condizioni economiche avverse. Include l'assoggettamento del portafoglio a scenari ipotetici di stress economico, come quelli di una severa recessione o di un aumento improvviso dei tassi di default, per valutare l'impatto potenziale sul rischio di credito.

In questo capitolo andremo ad analizzare lo stress testing macroprudenziale, dove le istituzioni valutano l'impatto del rischio sistematico sul loro portafoglio. Ciò include l'analisi di variabili macroeconomiche come la crescita del PIL, tassi di interesse, tassi di disoccupazione, prezzi delle case, esposizione al rischio di credito.

La crisi finanziaria ha rivelato il bisogno di una migliore supervisione macroprudenziale ed una risposta normativa più appropriata. È stato ampiamente accettato nella letteratura che la contribuzione

di stabilità nel settore finanziario e la sua manutenzione sono vitali per la crescita economica. Qualsiasi distacco dal funzionamento del settore finanziario dovuto ad un'eccessiva esposizione al rischio ed alla riduzione di leva finanziaria è risaputo come possa essere dannoso alla crescita economica, risultato in introiti ridotti, una più alta inegualità nelle entrate, livelli di occupazione ridotti e disordini sociali. Dopo ogni crisi finanziaria o perturbazione del funzionamento del sistema finanziario, la fiducia in tale sistema e la sua potenziale contribuzione alla crescita economica può diminuire. Un controllo attento dei sistemi finanziari che supporta decisioni normative tempestive per gli interventi supervisor e cambiamenti appropriati nella regolamentazione finanziaria, sono compiti importanti di un'istituzione di supervisione.

Lo strumento principale del monitoraggio macroprudenziale è lo stress testing regolare di un sistema finanziario. Lo stress testing è particolarmente importante durante periodi di condizioni benigne quando la memoria di eventi passati dannosi è oramai svanita. Lo sviluppo, l'istituzionalizzazione e l'applicazione regolare di stress test, forza gli specialisti del settore finanziario, i supervisor ed i policy makers a non dimenticare le crisi passate e quindi incoraggia il monitoraggio macroprudenziale e la preparazione alla crisi. Nonostante l'ampia importanza riconosciuta degli stress test condotti, appare essere di consenso tra i praticanti macroprudenziali che gli stress test non erano informativi abbastanza e non rafforzano quindi un'adeguata risposta normativa prima della crisi finanziaria globale. Questo fallimento parziale di stress test ha condotto allo sviluppo di modelli di stress testing di nuova generazione basati sulle lezioni imparate dalle crisi precedenti.

È importante che entrambi gli aspetti macroprudenziali e microprudenziali siano appropriatamente incorporati quando si costruiscono gli stress test macroprudenziali. Detto questo, deve essere enfatizzato che gli stress test macroprudenziali devono catturare diverse caratteristiche rispetto agli stress test standard comunemente applicati alle banche individuali. Questa è la ragione per cui lo stress test macroprudenziale debba essere esplicitamente collegato ai cambiamenti delle condizioni macroeconomiche. Hanno anche bisogno di esse trattabili e facilmente comprensibili dai policy makers che devono essere capaci di rilevare i rischi principali del sistema bancario a vari livelli di aggregazione; al livello individuale, a livello di gruppo e a livello di sistema, in modo da servire da strumento utile per l'analisi normativa e come quadro unificante per il dibattito normativo.

La storia recente ha dimostrato che il rischio di credito è il cuore dei problemi di solvenza nel settore bancario, manifestando se stesso ampiamente attraverso bilanci e flussi di cassa di solvenza dei problemi bancari. L'obiettivo di questa analisi è di disegnare una metodologia di stress test di rischio di credito che può essere utilizzata per il monitoraggio macroprudenziale, il quale riflette sull'impatto della crisi finanziaria globale sui sistemi bancari dell'Europa dell'est. L'Europa dell'est fu senza dubbio una delle regioni più colpite dai buchi provenienti dalla crisi finanziaria.

La metodologia di stress testing prodotta produce degli indicatori dei risultati che fanno conto per il rischio economico sistematico ed idiosincratico, al livello individuale delle banche e del settore bancario.

Questo è raggiunto dall'integrazione delle seguenti componenti nella metodologia degli stress test prodotti. Primo, colleghiamo esplicitamente i prestiti non performanti alle condizioni macroeconomiche in cambiamento, stimando l'elasticità di prestiti non performanti ad un set di variabili macroeconomiche chiave. Questo cattura la trasmissione sistematica dalla macroeconomia alla performance del portafoglio di credito di una banca. Secondo, costruiamo scenari di stress macroeconomico in due modi diversi, dove uno è basato sul modello macroeconomico di un paese specifico, e l'altro è calcolato dai dati macroeconomici storici dei paesi che hanno esperito crisi finanziarie in passato. Terzo, permette la sensibilità di rischio di credito alle condizioni macroeconomiche in via di cambiamento di aumentare durante periodi di crisi. Quarto, vengono approssimati gli standard sottoscritti delle banche individuali tramite l'aggressività del loro prestito nelle classi di attività al loro picco nel ciclo di credito più recente o durante il boom economico più recente, e penalizzano le banche che crescono le loro classi di asset più velocemente della media delle banche. Quinto, viene utilizzata una banca e la penalità di una classe di asset specifica collegata alla condivisione di prestiti unhedged di moneta. Sesto, viene costruita sui risultati dello studio di Moody's (2010) e permette la correlazione tra la probabilità di default e della Loss Given default di aumentare in tempi di stress. Settimo, viene contato per il prestito di una banca la concentrazione tra le classi di asset individuali nella computazione della banca e requisiti di capitale specifico.

Queste sette componenti sono combinate per costruire un risultato più rilevante per misurare la resilienza di una banca agli shock di tipo macroeconomici.

Alcuni degli approcci di stress testing iniziali che erano intenzionali per essere usati dai policy makers, come, per esempio, quello di Chihak (2007), sono fundamentalmente simulazioni finanziarie dove nessun collegamento formale viene stabilito in relazione alla macroeconomia. Questi approcci sono ancora utilizzati da molte istituzioni, specialmente nei mercati emergenti, essendo trattabili e facilmente comprensibili dai policy makers, in comparazione ad alcuni dati più intensivi e complessi del quadro normativo. Nell'ultimo quadro, i meccanismi sottostanti al modello sono nascosti e le intuizioni riguardo i collegamenti e le influenze provenienti dalla macroeconomia non sono trasparenti o disponibili. Correntemente, esistono interessi sostanziali nel connettere la macroeconomia al settore finanziario in modo più formale. Questo ha condotto i praticanti ad utilizzare tecniche di regressione per collegare più esplicitamente i prestiti non performanti, previsioni di perdita dei prestiti e probabilità di default ai fondamentali macroeconomici.

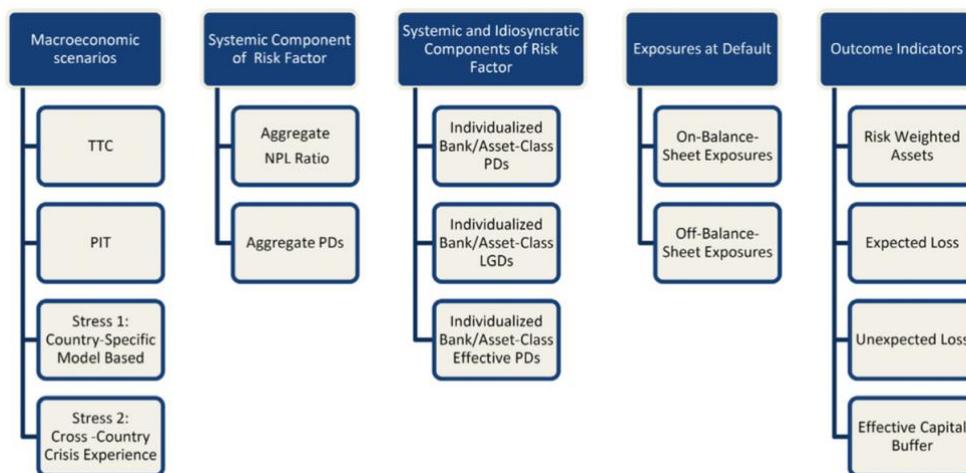
L'effetto delle variabili macroeconomiche sulle perdite delle banche è stato anche analizzato in termini di simulazione di distribuzione della perdita, dove la perdita congiunta della distribuzione delle banche è costruita con Copulas. Altri, come De Nicolo e Lucchetta stimando il fattore dei modelli per studiare gli effetti sistematici degli stress finanziari. I modelli stimati sono susseguentemente utilizzati per prevedere gli scopi e per fornire segnali di avvertimento in anticipo di possibili crisi finanziarie future. Un altro flusso di ricerca di norme si è focalizzato sulla contabilità per feedback degli effetti del settore finanziario in relazione all'economia reale. Questo è implementato tramite il disegno di un modello

strutturale macroeconomico dove il settore finanziario è esplicitamente incorporato nel modello per catturare gli effetti sistemici che i settori finanziari hanno sull'economia reale. L'implementazione di questi modelli, tuttavia, viene al costo di avere alti livelli di aggregazione in modo che il profilo di rischio delle banche individuali ed il loro comportamento eterogeneo non sia studiato.

Nonostante trattenga la trattabilità, questa metodologia tenta di migliorare gli approcci preesistenti nella letteratura tramite il collegamento del settore finanziario esplicitamente alla macroeconomia ed alla contabilità, per entrambi, i fattori di rischio dovuti al cambiamento delle condizioni macroeconomiche, ed i fattori di rischio idiosincratice dovuti alle diverse pratiche di prestito e di profilo di rischio delle banche individuali. Dovrebbe essere enfatizzato che ogni componente del quadro di stress test, costituisce presentemente un'agenda separata nella letteratura. L'obiettivo della metodologia proposta è quindi non quello di migliorare sui correnti modelli di frontiere delle componenti individuali, ma piuttosto provvedere ai policy maker e ai praticanti un'integrata, flessibile e rilevante dal punto di vista normativo, serie di strumenti che possono essere implementati tempestivamente.

Viene illustrato come l'utilità della metodologia proposta per le decisioni normative costruendo un'applicazione empirica ad un set di banca europee derivante dalla discussione dei risultati in riguardo al loro potenziale di applicazione per i supervisori.

Iniziamo a provvedere una visione concettuale dei segmenti principali della metodologia stress testing macroprudenziale prodotta, la quale riassumiamo in un diagramma di flusso raffigurato nella seguente:



Il primo segmento della metodologia consiste nella costruzione di tre scenari macroeconomici. Questi sono i seguenti:

- (i) Through the Cycle (attraverso il ciclo) TTC scenario,
- (ii) Baseline Point-in-Time (PIT) scenario,
- (iii) Stress scenario.

Lo scopo dello scenario TTC è quello di quantificare l'equilibrio o lo stato fermo dell'economia. Il Baseline PIT scenario cattura gli sviluppi macroeconomici predetti sotto condizioni economiche normali coprendo l'intervallo di tempo del periodo di stress, il quale è tipicamente un anno e corrisponde in principio alla media o al punto di consenso predetto nel corso di quell'intervallo. Lo

scenario di Stress è costruito da due approcci differenti, il primo Stress scenario è basato su un modello di paese specifico, dove vengono utilizzate le serie temporali per stimare il modello VAR per costruire un anno di densità di previsione in anticipo. Per una data variabile macroeconomica di interesse, si utilizza successivamente il valore di coda superiore o inferiore all'1% delle densità predette, che corrisponde allo scenario avverso come uno stress scenario. Il secondo, modello privo di approccio, usa un quadro di dati trasversali dei paesi che include i periodi storici di crisi finanziaria. Questo approssima effettivamente uno stress scenario di mondo reale che cattura l'esperienza di crisi attuale di un grande numero di paesi in tutto il mondo.

Il secondo segmento contiene una mappatura di ogni scenario macroeconomico dai non-performing loans (NPLs) sino alle probabilità di default. Questa mappatura ha due parti. La prima parte usa l'elasticità stimata dei NPLs di un set di variabili macroeconomiche di interesse per calcolare predizioni di cambi nelle NPLs. La seconda parte utilizza la condizione di parità di interesse non coperta (UIP) e la proporzione esistente di prestiti nominati valuta estera (FX) per relazionarsi ai movimenti di tasso di cambio nei cambiamenti nei NPLs proveniente da FX privi di copertura esposti del mutuatario. Qualsiasi rischio proveniente da tali esposizioni scoperte nei movimenti di tasso di cambio sono catturati come rischio di credito indiretto. Viene assunto successivamente che cambiamenti implicati nei NPLs dovuti ai cambiamenti delle condizioni macroeconomiche muovono proporzionalmente cambi in PDs sotto ogni dei tre scenari macroeconomici considerati. Aumenti nella probabilità di default sono presi come proporzionalmente distribuiti attraverso classi specifiche di asset di PDs sotto ogni scenario.

Prove dalla crisi globale finanziaria hanno mostrato che durante periodi di stress finanziario la sensibilità del rischio di credito alle condizioni macroeconomiche in cambiamento, aumenta sostanzialmente. Questa osservazione è stata enfatizzata precedentemente nella letteratura da altri, Drehmann e Manning. (2004), Virolainen (2004), Alves (2005), Pesaran et al. (2006), Peura e Jokivuolle (2004), e Bangia et al. (2002). Indirizziamo questo effetto praticamente usando moltiplicatori di breve termine dai NPL stimati di regressione per approssimare la mappatura di NPLS nello scenario PIT e moltiplicatori di lungo termine nello Scenario di stress. Questo introduce effettivamente una non linearità nella risposta dei NPLs delle variabili macroeconomiche.

Il terzo segmento costruisce PD specifici di una banca e LGD per ogni funzione di penalità di classe di asset specifica che è disegnata per approssimare i relativi standard sottoscritti alle banche.

La funzione di penalità compara ogni crescita di credito bancario individuale alla media della crescita del credito dell'intero sistema bancario nel suo picco del più recente ciclo di credito o dell'ultima crescita di credito positiva. L'idea è quella di approssimare il "cattivo effetto vintage" che cresce dovuto ai deboli standard di sottoscrizione durante i boom di credito di una relativa aggressività di prestito delle classi di asset di una banca. La banca e l'asset class specifica di PD sono collegate alla LGD in termini di parametri di correlazione. Seguiamo l'approccio sottolineato nel Moody's (2010) per

calibrare questi parametri di correlazione in modo che sia più grande durante tempi di stress rispetto che a tempi normali.

Il quarto segmento costruisce l'esposizione al default (EADs) utilizzando per ogni banca le categorie di classi di attività del Basilea III. In linea di massima, un'esposizione di bilancio e di fuori bilancio. Le esposizioni fuori bilancio includono strumenti come quelli dei limiti pre-approvati per le carte di credito, fidi e linee di credito. In alcuni paesi, queste esposizioni sono pubblicate per ogni banca e ogni asset class come parte del terzo pilastro e possono quindi essere pubblicamente disponibili.

Nel quinto segmento, l'equazione per i requisiti di capitale del Basilea II è utilizzata per calcolare le attività ed la ponderazione di rischio di una banca che incorpora un aggiustamento in termini di disallineamenti da Maturity basati su la media residuale della Maturity degli asset di una banca. Addizionalmente, viene inclusa la funzione di penalità per individuare la correlazione con le performance degli asset per ogni prestito bancario tra le classi di asset. Per questo, si utilizzano le quote delle dieci aziende debtrici più grandi nelle classi di asset o l'Herfindahl-Hirschman (HH) index come misura della concentrazione. Viene condizionata la trasformazione dell'aggiustamento della maturity in termini di media della maturity delle passività di una banca.

Nel quinto segmento viene anche calcolato un numero di risultati indicatori di interesse. Questo include la differenza tra LLR (Loan Loss Reserves) e le perdite attese (EL) come quota di capitale regolamentare, il quale è un indicatore della scala di potenziale sottodimensionato, insieme ai numeri di sottodimensionamento delle banche nel sistema bancario e all'ammontare assoluto delle provvigioni nel sistema. Successivamente, viene costruito il buffer di capitale effettivo come coefficiente del capitale regolamentare aggiustato per la differenza tra i profitti, loan loss reserves e perdite attese alla ponderazione di rischio delle attività che fa conto per la macroeconomia aggregata e rischi specifici di banca che consideriamo.

I valori TTC delle variabili macroeconomiche di interesse possono essere costruite in diversi modi. Il modo più semplice è quello di utilizzare la media aritmetica calcolata dai dati storici. Quando questa strategia è seguita, deve essere fatta cura che la media è calcolata su un orizzonte sufficientemente lungo, coprendo preferibilmente diversi cicli di attività, inclusi sia quelli normali che quelli anormali. È particolarmente importante per tenere conto di break strutturali e convergenze transizionali quando queste medie sono calcolate per economie dei mercati emergenti, come è anche probabile che questi valori "fissi" siano cambiati nel tempo.

## Conclusione

Questa tesi ha avuto il compito di esplorare gli aspetti cruciali della modellazione del rischio di credito e della sua gestione, dando importanza non solo ai modelli standard come l'Altman ed il Merton, ma anche a modelli nuovi e freschi nella letteratura del rischio di credito, con un importante focus sull'impatto che l'intelligenza artificiale (AI) ha avuto nei processi di valutazione e decisionali. Le nuove scoperte hanno fatto luce sulla significatività di un'accurata misurazione del rischio di credito e di effettive pratiche per la gestione delle istituzioni finanziarie.

I modelli Altman, Logit, Merton, DuPont, sono emersi come strumenti importanti per la valutazione del rischio di credito. L'abilità del modello di Altman nel classificare le compagnie, l'abilità del modello Logit di utilizzare la regressione logistica per lo studio dei dati, i modelli facenti riferimento alla struttura come quello Merton, ci hanno permesso di fornire delle soluzioni robuste e pratiche a tutti coloro interessati nello studio del rischio di credito.

L'introduzione di tecniche di AI, come machine learning e deep learning, hanno rivoluzionato la modellazione del rischio di credito. I modelli basati sull'AI hanno mostrato alte capacità predittive e la possibilità di analizzare vaste quantità di dati. L'aspetto più interessante riguarda il fatto che i modelli di Machine Learning imparano con il tempo e tramite errori fatti sui dataset, ma con un tempo molto più ridotto e tempestivo rispetto ad un essere umano.

Nel 2023 il Rischio di Credito è sempre uno degli argomenti più trattati nella letteratura bancaria e finanziaria e per questo è importante apportare le novità che stiamo vivendo nella quotidianità, alla valutazione ed alla gestione del rischio di credito tramite tecniche innovative e all'avanguardia mai viste prima. Negli ultimi anni abbiamo avuto a che fare non solamente con la Pandemia, ma anche con la Guerra Russia-Ucraina, che ha scosso l'assetto delle provvigioni di gas in tutto il mondo, ed è stato veramente efficace ed unico aver avuto l'occasione di analizzare gli effetti che questi eventi hanno provocato sul Rischio di Credito. Fino a poco fa avevamo assistito alla crisi dei mutui subprime che aveva mandato in bancarotta diverse aziende, rendendo necessaria un'ulteriore riforma dal punto di vista legislativo, tramite l'introduzione del Basilea III e nuove raccomandazioni per i buffer di capitale in caso di perdita, in modo da poter assorbire al meglio le perdite attese ed inattese.

Dagli approcci di misurazione della PD tramite stress test macroprudenziali, a modelli per la valutazione del rischio di credito e Accordi per stabilire le linee guida da seguire in termini costituzione del capitale, questa tesi analizza nello specifico ogni aspetto di questi argomenti.

## Bibliografia e sitografia

Adolfson, M., Laséen, S., Lindé, J., Villani, M., 2008. Empirical properties of closed and open economy DSGE models of the Euro area. *Macroeconomic Dynamics* 12 (S1), 2–19.

Journal of Financial Stability: Macroprudential stress testing of credit risk: a practical approach for policy makers. Daniel Buncic, Martin Melecky.

Economic Notes - 2004 - Altman - Default Recovery Rates in Credit Risk Modelling A Review of the Literature and Empirical.

Explainable Machine learning in Credit Risk Management. Niklas Bussman, Paolo Giudici, Dimitri Martinelli, Jochen Paperbrok.

Forthcoming in D. Shimko (ed.), *Credit Risk Models and Management* 2<sup>nd</sup> Edition, London, UK: Risk Books.

Wälti, S., 2005. The Duration of Fixed Exchange Rate Regimes. Discussion Paper No. 96. The Institute for International Integration Studies. Available from: <http://ideas.repec.org/p/iis/disap/iisdp96.html>

Swinburne, M., 2007. The IMF's Experience with Macro Stress-Testing. Paper Presented at the ECB High Level Conference on Simulating Financial Instability, Frankfurt am Main, Germany. Available from: <http://www.ecb.int/events/pdf/conferences/sfi/Swinburne.pdf>

Credit Risk Management by Andrew Fight

Credit risk analytics measurement techniques, applications, and examples in SAS (Baesens, Bart Roesch, Daniel Scheule, Harald)

Barndorff-Nielsen, Ole and Neil Shephard (2002), "Estimating Quadratic Variation Using Realized Variance," *Journal of Applied Econometrics*, vol. 17, 457–478.

"Specification Analysis of Structural Credit Risk Model" by Jing-Zhi Huang, Hao Zhou

"Merton's model, credit risk and volatility skews" by John C.Hull, Izzy Nelken, Alan D.White.

"Logit and Probit model used for prediction of financial health in a company" Tomáš Klieštk, Katarína Kočíšová.

Jones, S., & Hensher, D.A. (2008). *Advanced in Credit Risk Modelling and Corporate Bankruptcy Prediction*. Cambridge University Press.

Stefan Trueck , Svetlozar T.Rachev , in *Rating Based Model for Credit Risk* , 2009

Paul D. McNelis, in *Neural Networks in Finance* 2005.

Kenneth G. Willis, in *Handbook of Economic and Art Culture*, 2014.

John A. Bunge, Dean H. Judson, in *Encyclopedia of Social Measurement*, 2005

“Estimating the implied distribution of the future short term interest rate using the Longstaff-Schwartz Model” by Peter Hordahl

Credit Risk Management by Ken Brown, Petere Moles.

Corporate financial distress, restructuring, and bankruptcy analyze leveraged finance, distressed debt, and bankruptcy (Altman, Edward I. Hotchkiss, Edith).

Business bankruptcy prediction models: A significant study of the Altman’s Z-score model

“From Basel I to Basel III; Sequencing Implementation in Developing Economies.” By Caio Ferreira, Nigel Jenkinson, and Christopher Wilson.

Handbook of Basel III Capital Enhancing Bank Capital in Practice (Juan Ramirez).

Banking and Financial Services; Policy Report Volume 30 5 May 2011.

“A Guide to Modelling Counterparty Credit Risk.” Steven Zhun <https://www.bis.org/bcbs/base13.htm>

Credit Risk Models, Derivatives and Management by Niklas Wagner.

Credit Risk Management Basic Concepts financial risk components, rating analysis, models, economic and regulatory capital (Baesens B., Van Gestel T.)

Basel I and II in the emerging economies: a nontechnical analysis. By Bryan J. Balin

Bankpedia Rischio di Credito

European Banking Authority

*Vorrei dedicare uno spazio a tutte quelle persone che mi sono state vicine in questo momento di crescita personale e professionale.*

*Un sentito ringraziamento alla mia relatrice, Prof.ssa Paola Fersini per la disponibilità e tempestività nella fornitura di materiale e nel chiarimento di ogni mio singolo dubbio. Le sono grato per avermi introdotto nella letteratura bancaria e finanziaria con un argomento di così tale importanza.*

*Un ringraziamento alla mia famiglia, Massimiliano, Anna e Federica, che nella vita mi hanno insegnato il rispetto e il sacrificio, dandomi la possibilità di proseguire su sentieri virtuosi, ma lasciandomi sempre la libertà nello scegliere quale seguire.*

*“You don't become confident by shouting affirmations in the mirror, but by having a stack of undeniable proofs that you are who you say you are.”*

*Francesco Federigi*