

POSITION PAPER N° 28



Model Risk Management le prassi e il modello a tendere

AIFIRM

Associazione Italiana Financial Industry Risk Managers

Marzo 2021

AIFIRM RINGRAZIA

IL COORDINATORE SCIENTIFICO DELLA COMMISSIONE

- Rosa **Cocozza** | Università Federico II di Napoli

IL COORDINATORE DELLA COMMISSIONE

- Corrado **Miglio** | Vice presidente AIFIRM

I COORDINATORI DEL GRUPPO DI LAVORO

- Marco **Boccarusso** | Intesa Sanpaolo
- Dario **Esposito** | Iason
- Federica **Guarnieri** | Unicredit
- Damiano **Pecchini** | BPER Banca
- Andrea **Piazzolla** | UBI Banca
- Vittoria **Rostagno** | Banca Sella
- Cristina **Straziuso** | Intesa Sanpaolo

IL GRUPPO DI LAVORO

- Federica **Basaglia** | BPER Banca
- Marco **Boccarusso** | Intesa Sanpaolo
- Francesco **Carbonchi** | UBI
- Matteo **Cecchin** | Iason
- Sebastian **Cortese** | Avantage Reply
- Rosa **Cocozza** | Università Federico II di Napoli
- Marilena **Cino** | Banco BPM
- Emanuele **De Meo** | UnipolSai
- Francesca **Di Nola** | Santander Consumer
- Dario **Esposito** | Iason
- Federica **Guarnieri** | Unicredit
- Fabrizio **Garzillo** | Avantage Reply
- Andrea **Minuti** | Credit Agricole
- Francesco **Montorio** | Banca di Asti
- Omar **Monzeglio** | Consulente
- Andrea **Piazzolla** | UBI Banca
- Damiano **Pecchini** | BPER Banca
- Vittoria **Rostagno** | Banca Sella
- Cristina **Straziuso** | Intesa Sanpaolo
- Andrea **Tacca** | Banco BPM
- Michele **Trova** | Cassa Centrale
- Carlo **Zampetti** | Banca Popolare di Sondrio

IL COORDINAMENTO PROMETEIA

- Stefano Romano
- Marco Stella



ISBN 979-12-80245-06-9

DOI 10.47473/2016ppa00028

Si ringraziano i colleghi delle Autorità di Vigilanza nazionali ed internazionali che hanno contribuito a livello personale senza alcun tipo di adesione o avallo da parte delle Autorità stesse verso i contenuti del presente Position Paper

INDICE

Executive summary	6
Premessa	6
Obiettivi del position paper.....	6
Executive summary	8
Introduction.....	8
Goals of the position paper	8
1. Definizione di modello e richiami normativi	10
1.1. Premessa	10
1.2. Definizione di modello e MRM framework	10
1.3. Il Contesto Normativo del Model Risk Management (MRM).....	12
2. Mappatura dei modelli E DEI DATI RAPPRESENTATIVI	19
2.1. Premessa	19
2.2. Elementi chiave del Model Inventory.....	20
2.3. Granularità, legami e dipendenze tra modelli.....	21
2.4. Tassonomia.....	23
2.5. I contenuti: le principali aree informative.....	24
2.6. Il processo di governo dell'inventario	27
3. IL CICLO DI VITA DEI MODELLO E LE STRUTTURE COINVOLTE	30
3.1. Premessa	30
3.2. Il ciclo di vita dei modelli	30
3.4. Le strutture coinvolte	36
4. La quantificazione del rischio modello e approcci di quantificazione	39
4.1. Premessa	39
4.2. Valutazione del Rischio Modello	39
4.3. Approcci in uso per la quantificazione del rischio modello.....	46
4.4. Approcci teorici alla misurazione del rischio modello.....	47
4.5. Un approccio alla definizione del modello benchmark: l'approccio <i>bayesiano</i>	51
4.6. Un approccio parametrico alla quantificazione del rischio modello: il confronto tra modelli	53
4.7. Una misura Model Risk derivante dall'incertezza di modello: il Risk Ratio.....	55
4.8. Un approccio non-parametrico alla quantificazione del rischio modello: la misura di entropia	56
4.9. Trend futuri per il Model Risk Management e <i>measurement</i>	62

5.	reportistica interna e KPI	65
5.1.	Premessa	65
5.2.	Il Reporting nelle fasi di pianificazione, sviluppo e monitoraggio dei modelli.....	66
5.3.	Il reporting delle funzioni di controllo sui modelli	68
5.4.	La rendicontazione sul processo di model risk management	69
5.4.1.	Process reporting.....	70
5.4.2.	Model risk reporting.....	72
6.	Soluzioni applicative e stato di maturità'	74
6.1.	Premessa	74
6.2.	Le macro-funzionalità di una soluzione applicativa di MRM	75
6.3.	Le caratteristiche del Model Inventory	77
6.4.	Le funzionalità di <i>Workflow Management</i>	78
6.5.	Le funzionalità di Reporting Dashboard	79
6.6.	Livello di maturità delle soluzioni adottate	80
7.	Survey e analisi dei risultati	82
7.1.	Premessa	82
7.2.	Definizione di modello.....	83
7.3.	Mappatura dei modelli.....	84
7.4.	Ciclo di vita del modello e strutture organizzative coinvolte	87
7.5.	Quantificazione del rischio modello.....	90
7.6.	Reportistica interna e KPI	91
7.7.	Sistemi a supporto.....	94
7.8.	Considerazione conclusiva della survey	99
8.	GLOSSARIO.....	100

EXECUTIVE SUMMARY

Premessa

I modelli hanno assunto un ruolo pervasivo nell'operatività bancaria configurandosi come *driver* essenziali nel *decision making* sia in ambito regolamentare che gestionale, e questa considerazione, seppur con caratterizzazioni diverse, risulta valida sia per banche "*significant*" che "*less significant*".

Si evidenzia che il numero e la complessità dei modelli hanno raggiunto un livello di ampiezza tale da richiederne una gestione dedicata e strumenti specifici per evitare che la base decisionale si poggi su algoritmi, dati o elaborazioni non adeguati.

Oltre alla complessità intrinseca dei modelli, si aggiunge una crescente interconnessione tra gli stessi per cui le criticità di un modello possono riverberarsi sui modelli collegati con effetti poco prevedibili.

Le mutevoli condizioni di contesto (accentuate dall'emergenza Covid), hanno ulteriormente amplificato l'esigenza di ridurre la distanza tra l'identificazione delle criticità sui modelli, la presa in carico delle azioni correttive, il relativo monitoraggio e il rilascio degli interventi. Una catena di trasmissione non adeguata comporta inevitabilmente tempi di risposta più lunghi, con modelli che non sono in grado di rappresentare adeguatamente il contesto operativo.

Obiettivi del position paper

L'obiettivo del *position paper* è di investigare le prassi attuali inerenti il governo del rischio modello, approfondendo le principali componenti per la creazione di un solido *framework* di *Model Risk Management*, da intendersi come l'insieme degli strumenti organizzativi e metodologici finalizzati ad identificare, valutare, monitorare e mitigare il rischio modello.

Il *position paper* intende anche evidenziare le relative peculiarità in base a *driver* dimensionali e tipologia di modelli, oltre che porre le basi per ulteriori approfondimenti sulla valutazione e quantificazione del rischio modello nelle applicazioni statistiche e di Machine Learning.

Il documento si articola in sei aree di indagine (ciascuna sviluppata in uno specifico capitolo), più i riscontri rivenienti da una *survey* effettuata presso i partecipanti alla Commissione. Di seguito sono riportati i contenuti sviluppati:

1. **Definizione di "modello" e richiami normativi:** Il capitolo analizza gli aspetti definitori dei concetti richiamati nelle sezioni successive e richiama il quadro regolamentare di riferimento.

2. **Mappatura dei modelli e dei dati rappresentativi.** In questo capitolo vengono evidenziati i criteri utili alla realizzazione di un inventario dei modelli ed in particolare i legami e le dipendenze tra modelli, il livello di granularità, nonché le regole di raggruppamento.
3. **Ciclo di vita del modello e strutture coinvolte.** Il *framework* concettuale, che descrive il processo attraverso il quale un modello evolve dalla sua concezione iniziale passando attraverso il suo sviluppo completo, la sua implementazione, il monitoraggio e successivi adeguamenti fino all'eventuale ritiro, è alla base della trattazione del presente capitolo.
4. **Misurazione del rischio modello.** Il capitolo approfondisce il processo finalizzato a misurare la gravità del rischio modello sulla base di una metodologia qualitativa e/o quantitativa che tenga conto sia della numerosità e gravità delle debolezze del modello sia dell'efficacia di eventuali azioni di mitigazione del rischio.
5. **Reportistica interna e KPI.** Il capitolo entra nel dettaglio dei criteri di un efficace sistema di *reporting* che costituisce una delle componenti fondanti dell'impianto di *Model Risk Management* per garantire la supervisione efficace del rischio modello.
6. **Soluzioni applicative e il loro stato di maturità.** Il capitolo entra nel merito dei requisiti degli strumenti applicativi chiamati a garantire l'effettiva applicazione di procedure operative e organizzative previste dal sistema di *Model Governance* tenendo in considerazione che il livello di strutturazione dipende dal livello di complessità operativa degli istituti e dal grado di diffusione dei modelli nei processi di *decision making*.
7. **Survey e analisi dei risultati.** Il *position paper* ha incluso una *survey* distribuita agli Istituti partecipanti alla Commissione per mettere a fuoco lo stato dell'arte delle tematiche di *Model Risk Management* con l'obiettivo di fornirne una rappresentazione (parziale ma rappresentativa) dell'attuale livello di maturazione e dei relativi percorsi evolutivi.

EXECUTIVE SUMMARY

Introduction

Models have taken on a prevalent role in banking operations as fundamental decision-making drivers at both regulatory and managerial level, and this consideration, albeit with different characterizations, applies to both *significant* and *less significant* banks.

It should be noted that the number and complexity of models have reached a scale that is such to require dedicated management and specific tools to prevent the *decision making* base from relying on inappropriate algorithms, data or processing.

In addition to the intrinsic complexity of the models, there is a growing interconnection among them, so that the critical issues of one model can affect the related models with unpredictable effects.

The changing contextual conditions (heightened by the Covid emergency) have further magnified the need to reduce the distance between identifying critical issues on the models, implementing remedial actions, their monitoring and release. An inadequate transmission chain inevitably leads to longer response times, with models that are unable to adequately represent the operating environment.

Goals of the position paper

The goal of the *position paper* is to investigate the current practices concerning model risk governance, focusing on the main components to create a solid *framework of Model Risk Management*, meant as the set of organizational and methodological tools aiming to identify, assess, monitor and mitigate model risk.

The position paper also intends to highlight the relative features based on size drivers and model types. Moreover, it envisages further deep dives on the assessment and quantification of the model risk with focus on statistical approaches and Machine Learning.

The document is divided into six investigation areas (each covered in a specific chapter), plus feedback from a *survey* conducted on the Commission's participants. The contents covered are specified below:

1. **Definition of “model” and regulatory references.** The chapter analyses the defining aspects of the concepts referred to in the following sections and outlines the regulatory framework of reference.
2. **Mapping models and representative data.** This chapter highlights the criteria to create a repository of models and, in particular, the links and dependencies between models, the level of granularity and the grouping rules.
3. **Model life-cycle and structures involved.** The conceptual framework, describing the process by which a model evolves from its initial conception through its full development, implementation, monitoring and subsequent adjustments to eventual withdrawal, is the basis for the discussion in this chapter.
4. **Model risk quantification.** The chapter examines the process of measuring the severity of the model risk, based on a qualitative and/or quantitative methodology that takes into account both the number and severity of the model’s weaknesses and the effectiveness of any risk mitigation actions.
5. **Internal reporting and KPIs.** The chapter explores in detail the criteria for an effective reporting system, which is one of the founding components of the *Model Risk Management* system to ensure effective supervision of the model risk.
6. **Application solutions and their state of maturity.** This chapter discusses the requirements of the application tools designed to guarantee the effective application of the operational and organizational procedures envisaged by the *Model Governance* system, keeping in mind that the level of structuring depends on the level of operational complexity of the institutions and the degree of dissemination of the models in the *decision-making* processes.
7. **Survey and analysis of results.** The position paper includes a *survey* distributed to the institutions participating in the Commission in order to shed light on the state of the art of *Model Risk Management* issues with the aim of providing a (partial but representative) picture of the current level of maturity and the relative evolutionary paths.

1. DEFINIZIONE DI MODELLO E RICHIAMI NORMATIVI

Agresti, Coccozza, Cecchin, Esposito, Monzeglio

2. Premessa

L'attività di risk management si basa, tra le altre cose, su misure di rischio che spesso derivano da modelli che potrebbero esporre gli intermediari al cosiddetto rischio modello. Questa consapevolezza ha indotto i regolatori ed i supervisori ad occuparsi sempre più del tema del Model Risk e della sua gestione. In questo primo capitolo si vuole proporre una breve disamina della materia ed i relativi riferimenti normativi.

3. Definizione di modello e MRM framework

Prima di poter affrontare il tema del Model Risk Management (MRM) è necessario individuare i criteri per i quali un modello può essere identificato e considerato come tale. Il termine modello si riferisce a *“un metodo, sistema o approccio quantitativo che applica teorie, tecniche e ipotesi statistiche, economiche, finanziarie o matematiche per elaborare i dati di input in stime quantitative”*¹. Un modello è, inoltre, costituito da tre diverse componenti:

- un componente di *input delle informazioni*, che fornisce ipotesi e dati al modello;
- una componente di *elaborazione*, che trasforma gli input in stime;
- una componente di *reporting*, che traduce le stime in utili informazioni aziendali.

I criteri di inclusione dei modelli nel framework di MRM fanno riferimento al fatto che questi modelli siano basati su un approccio non deterministico incentrato sia su tecniche statistico/matematiche complesse che su ipotesi e giudizio di esperti. Un ulteriore criterio di identificazione è riferibile all'utilizzo che viene fatto del modello per supportare, ad esempio, una decisione aziendale, escludendo quindi i modelli creati solamente per finalità di test.

Definiti i criteri di identificazione, i modelli scaturenti possono essere utilizzati per diversi scopi quali ad esempio: analizzare le strategie aziendali, informare le decisioni aziendali, identificare e misurare i rischi, valutare esposizioni, strumenti o posizioni, condurre prove di stress, valutare l'adeguatezza del capitale, gestire i beni dei clienti, misurare il rispetto dei limiti interni, mantenere l'apparato di controllo dell'intermediario, o il rispetto dei requisiti di informativa finanziaria o normativa e il rilascio di informativa al pubblico. La definizione di modello copre anche approcci

¹ FED (Federal Reserve) - “SR 11-7 - Supervisory Guidance on Model Risk Management”, 4 aprile 2011.

quantitativi i cui input sono parzialmente o totalmente qualitativi o basati sul giudizio di esperti, a condizione che l'output sia di natura quantitativa².

La definizione di modello e la conseguente individuazione dei fattori che causano possibili “errori” consente di strutturare almeno idealmente un *framework* di MRM analogo a quello di altri rischi. Il MRM può essere definito come “*il framework metodologico e organizzativo che si propone di definire e identificare i modelli, assegnare la relativa priorità (Tier) ed assicurarne il presidio nell’ambito di una piattaforma centralizzata (Model Inventory), nonché procedere con le attività di valutazione, monitoraggio e mitigazione del rischio*”.

Tale framework può essere schematizzato come riportato nello schema sottostante.

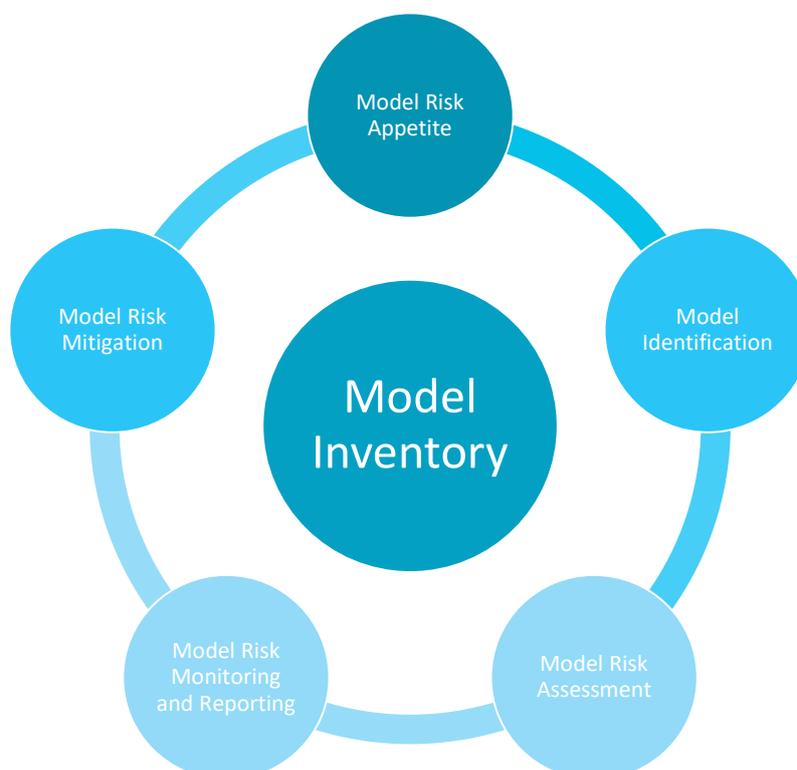


Figura 1.1 – Model Risk Framework

Trattandosi di un rischio attenzionato relativamente di recente, lo schema proposto può guidare gli intermediari nello sviluppo di una pratica virtuosa che progressivamente si allinei alle “best practice”. Come già accaduto per altri rischi, la sua gestione dovrà sostanziarsi in un processo dinamico e circolare, basato sul “risk appetite”, sull’identificazione, sulla misurazione, sul reporting e sulla mitigazione dello

² FED (Federal Reserve) - “SR 11-7 - Supervisory Guidance on Model Risk Management”, 4 aprile 2011.

stesso e con l'obiettivo di adattarsi all'evoluzione delle condizioni del contesto. Tali temi verranno dettagliati in modo più specifico nei capitoli successivi.

4. Il Contesto Normativo del Model Risk Management (MRM)

La crisi finanziaria del 2007-2008 ha evidenziato le carenze del framework regolamentare al tempo vigente, e ciò ha condotto ad un significativo aumento della consapevolezza dell'importanza di individuare, gestire e mitigare i rischi, tra cui anche il model risk, attraverso la regolamentazione e la supervisione finanziaria. Tuttavia, il tema del MRM è stato trattato in modo non organico dalla regolamentazione, infatti, ad oggi, non è ancora presente un framework unico che preveda degli standard specifici in materia.

Nel proseguo della disamina ci si è concentrati sui principi essenziali dell'evoluzione che si sta osservando sul tema del MRM. Qui di seguito i principali testi normativi:

Ente emanatore	Documento normativo	Anno di pubblicazione
FED	SR 11-7 - Supervisory Guidance on Model Risk Management	2011
BCBS	BCBS 239 - Principles for effective risk data aggregation and risk reporting	2013
European Parliament	Direttiva 2013/36/UE (CRD IV)	2013
EBA	EBA/GL/2014/13 – Guidelines on common procedures and methodologies for the supervisory review and evaluation process (SREP)	2014
BCBS	BCBS 328 - Corporate governance principles for banks	2015
ECB	Guide for the Targeted Review of Internal Models (TRIM)	2017
EBA	EBA/GL/2017/11 – Guidelines on internal governance under Directive 2013/36/EU	2017
EBA	EBA/GL/2018/03 - Guidelines on the revised common procedures and methodologies for the supervisory review and evaluation process (SREP) and supervisory stress testing	2018
European Parliament	Regulation (EU) 2019/876 (CRR II)	2019
ECB	ECB guide to internal models	2019
EBA	EBA/RTS/2020/02 - EBA FINAL draft Regulatory Technical Standards on Back-testing requirements and Profit and Loss attribution requirements under Article 325bf(9) and 325bg(4) of Regulation (EU) No 575/2013 (revised Capital Requirements Regulation - CRR2)	2020

BCBS	Basel Committee sets out additional measures to alleviate the impact of Covid-19	2020
EBA	Statement on the application of the prudential framework on targeted aspects in the area of market risk in the COVID-19 outbreak	2020
EBA	EBA/CP/2020/20 - Draft Guidelines on internal governance under Directive 2013/36/EU	2020

Le prime linee guida relative al MRM sono state pubblicate dalla Federal Reserve (FED) il 4 aprile 2011 nel documento “SR 11-7 - Supervisory Guidance on Model Risk Management”³. Tale documento fornisce una panoramica sulla gestione del rischio modello e la prima definizione del termine “modello”, come sopra riportato.

Il tema della gestione del rischio modello è cruciale per le banche se si tiene conto che *“l'utilizzo di modelli presenta inevitabilmente un rischio intrinseco, che è potenzialmente foriero di conseguenze negative di decisioni basate su modelli errati o utilizzati in modo improprio. Il rischio di modello può essere definito come la perdita potenziale derivante da decisioni erranee assunte sulla base delle stime ottenute da un modello, a causa di errori nello sviluppo, nell'attuazione o nell'utilizzo del modello stesso”*⁴. Come si evince dalla definizione di Model Risk fornita dalla FED, il rischio modello può materializzarsi, essenzialmente, per due ragioni:

- Il modello può contenere errori che portano ad output imprecisi rispetto agli obiettivi e agli usi aziendali per cui è stato progettato. Tali errori possono verificarsi in un qualsiasi momento del ciclo di vita del modello (dalla progettazione all'implementazione), senza dimenticare come la qualità degli output del modello dipende primariamente dalla qualità dei dati di input.
- Il modello potrebbe essere utilizzato in modo errato o inappropriato. Anche un modello fondamentalmente solido che produce risultati accurati e coerenti con l'obiettivo di progettazione può presentare un rischio elevato se viene utilizzato in modo improprio.

Una volta identificato il Model Risk si pone il quesito della sua gestione, che deve essere implementata così come avviene con gli altri tipi di rischio. Il rischio modello aumenta all'aumentare della complessità del modello, dell'incertezza su input e ipotesi di base. Si deve tenere anche conto dei diversi utilizzi dei modelli e del rischio derivante dall'uso di modelli legati tra di loro, infatti: *“il rischio del modello aggregato è influenzato dall'interazione e dalle dipendenze tra i modelli, affidamento su ipotesi, dati o*

³ FED (Federal Reserve) - “SR 11-7 - Supervisory Guidance on Model Risk Management”, 4 aprile 2011.

⁴ FED (Federal Reserve) - “SR 11-7 - Supervisory Guidance on Model Risk Management”, 4 aprile 2011 (3 - Overview of Model Risk Management, pag. 3).

*metodologie comuni e qualsiasi altro fattore che potrebbe influire negativamente su diversi modelli e sui loro risultati contemporaneamente*⁵. Anche con una modellazione qualificata e una convalida solida, il rischio del modello, come le altre tipologie di rischio, non può essere eliminato⁶. Per questa ragione è necessario utilizzare altri strumenti per gestire il rischio del modello in modo efficace, come ad esempio: (i) la definizione di limiti sull'uso del modello (ii) il monitoraggio delle prestazioni del modello (iii) l'adeguamento o la revisione dei modelli nel tempo (iv) l'integrazione dei risultati del modello con altre analisi e informazioni.

Come generalmente accade con altri rischi, la rilevanza del modello è una considerazione importante nella gestione del rischio di modello. In particolare, la gestione del rischio del modello dovrebbe essere più ampia e rigorosa, laddove i modelli e i relativi output hanno un impatto materiale sulle decisioni aziendali, comprese le decisioni relative alla gestione del rischio e alla pianificazione del capitale e della liquidità, e dove il fallimento del modello ha un impatto particolarmente dannoso sulla condizione finanziaria di una banca.

Per quanto concerne, invece, la regolamentazione europea non è ancora presente un framework unico e integrato sul tema in questione ma è possibile trovare dei richiami trasversali al Model Risk in diverse normative. Una prima definizione di rischio di modello è data nel 2013 dalla CRD IV (Capital Requirements Directives) che identifica il Model Risk come *“la potenziale perdita che un ente può subire, in conseguenza di decisioni che potrebbero essere basate principalmente sull'output di modelli interni, a causa di errori nello sviluppo, nell'attuazione o nell'uso di tali modelli”*⁷. Tale definizione è del tutto in linea con quanto stabilito nel 2011 dalla FED.

Nelle linee guida sullo SREP dell'EBA⁸, nel documento del 2013 “BCBS 239 - Principles for effective risk data aggregation and risk reporting”⁹ e nel documento del 2015 “BCBS 328 - Corporate governance principles for banks”¹⁰ è possibile incontrare diversi

⁵ FED (Federal Reserve) - “SR 11-7 - Supervisory Guidance on Model Risk Management”, 4 aprile 2011 (3 - Overview of Model Risk Management, pag. 4).

⁶ FED (Federal Reserve) - “SR 11-7 - Supervisory Guidance on Model Risk Management”, 4 aprile 2011 (3 - Overview of Model Risk Management, pag. 4).

⁷ European Parliament - direttiva 2013/36/UE (CRD IV), Articolo 3.1.11.

⁸ EBA (European Banking Authority) - “EBA/GL/2014/13 – Guidelines on common procedures and methodologies for the supervisory review and evaluation process (SREP)”, 2014 (documento rivisto il 19 luglio 2018: “EBA/GL/2018/03 - “Guidelines on the revised common procedures and methodologies for the supervisory review and evaluation process (SREP) and supervisory stress testing”)

⁹ BCBS (Basel Committee on Banking Supervision) - “BCBS 239 - Principles for effective risk data aggregation and risk reporting”, gennaio 2013.

¹⁰ BCBS (Basel Committee on Banking Supervision) - “BCBS 328 - Corporate governance principles for banks”, luglio 2015.

riferimenti al rischio modello. Infatti nel documento dell'EBA, il Model Risk è incluso nel Pillar II e si richiede alle banche di identificarlo, mapparlo, testarlo e rivederlo su base continuativa. Viene posto l'accento sul fatto che gli organi di amministrazione e l'alta dirigenza delle banche devono comprendere le ipotesi alla base del modello. Questi organi devono controllare periodicamente la validità e qualità dei modelli ed essere consapevoli del grado di rischio di modello pertinente per le diverse fattispecie di rischio oltre al primo pilastro, al fine di riconoscere i modelli imperfetti e mitigare l'effetto di potenziali problemi derivanti dal rischio di modello. Nelle linee guida sullo SREP dell'EBA, inoltre, il rischio modello viene categorizzato in due diverse fattispecie di rischio: una relativa alla sottostima dei requisiti di fondi propri da parte di modelli interni e l'altra relativa al rischio di perdite economiche dovute allo sviluppo, all'implementazione o all'uso improprio di qualsiasi altro modello da parte dell'ente ai fini del processo decisionale.

Un altro documento dell'EBA nel quale è possibile trovare diverse indicazioni sul Model Risk è stato pubblicato nel 2017: "EBA/GL/2017/11 – Guidelines on internal governance under Directive 2013/36/EU"¹¹. Queste linee guida sono oggetto di revisione dallo scorso 31 luglio 2020, ma non è prevista nessuna sostanziale modifica per quanto riguarda il Model Risk rispetto a quanto stabilito nel documento del settembre 2017¹². In tali documenti si rafforza il principio per cui le banche devono valutare il rischio modello considerando che i risultati delle metodologie di valutazione quantitativa, comprese le prove di stress, dipendono fortemente dai limiti e dalle ipotesi dei modelli: *"Al fine di una corretta gestione di tale rischio, la determinazione del livello di rischio assunto non dovrebbe pertanto essere basata solo su informazioni quantitative o risultati del modello, ma dovrebbe anche comprendere un approccio qualitativo (compreso il giudizio di esperti e l'analisi critica), che permetta di avere una piena consapevolezza dei limiti dei modelli e delle metriche e utilizzare strumenti di valutazione del rischio"*.

Con la pubblicazione da parte dell'ECB (European Central Bank) del "Guide for the Targeted Review of Internal Models (TRIM)"¹³ nel febbraio 2017 e del "ECB guide to internal models"¹⁴ nell'ottobre 2019 si sono registrati notevoli miglioramenti in materia di Model Governance e Model Validation relativamente ai rischi di primo pilastro, con un focus sul tema dell'implementazione di un adeguato framework di

¹¹ EBA (European Banking Authority) - "EBA/GL/2017/11 – Guidelines on internal governance under Directive 2013/36/EU", settembre 2017.

¹² EBA (European Banking Authority) - "EBA/CP/2020/20 - Draft Guidelines on internal governance under Directive 2013/36/EU", 31 luglio 2020.

¹³ ECB (European Central Bank) - "Guide for the Targeted Review of Internal Models (TRIM)", febbraio 2017.

¹⁴ ECB (European Central Bank) - "ECB guide to internal models", ottobre 2019.

MRM. In base alla “ECB guide to internal models” nell’ottobre 2019 *“una gestione efficace del rischio di modello consente agli enti di ridurre il rischio di potenziali perdite e sottostima dei requisiti di fondi propri a seguito di difetti nello sviluppo, nell’attuazione o nell’uso dei modelli. Per mitigare questi rischi, gli enti dovrebbero disporre di un framework di gestione del rischio di modello che consenta loro di identificare, comprendere e gestire il proprio rischio modello per i modelli interni in tutto il gruppo”*¹⁵. Inoltre, l’ECB stabilisce che i requisiti fondamentali per un adeguato framework di gestione del rischio modello¹⁶ sono i seguenti:

- Una policy di gestione del rischio modello che: includa almeno un concetto o una definizione di ciò che costituisce un modello, fornisca le linee guida che l’ente decide di adottare per governare il rischio modello e descriva il quadro del rischio di modello con riferimento alle sue diverse componenti;
- Un registro dei modelli interni dell’ente, il quale dovrebbe facilitare una comprensione olistica dell’applicazione e dell’uso dei modelli e fornire all’organo di amministrazione e all’alta dirigenza dell’ente una panoramica completa dei modelli in uso;
- Linee guida sull’identificazione e mitigazione delle aree in cui è nota l’esistenza di incertezza di misurazione e carenze del modello, in base alla loro rilevanza, considerando quegli elementi che si riferiscono ad aspetti qualitativi del rischio di modello;
- Linee guida e metodologie per la valutazione e misurazione qualitativa e/o quantitativa del rischio di modello dell’ente;
- Linee guida rispetto al ciclo di vita del modello;
- Procedure per la comunicazione e il reporting del rischio di modello;
- Una definizione di ruoli e responsabilità all’interno del framework di gestione del rischio modello.

Uno dei temi che ricopre un ruolo particolarmente rilevante nel framework sugli internal models è quello della rilevanza di un sistema di tiering, il quale deve dipendere da criteri quantitativi e qualitativi. Quanto più significativo è un modello, tanto maggiori sono i rischi derivanti da eventuali carenze in esso: “La significatività dovrebbe quindi essere una considerazione essenziale nella gestione del rischio di modello e i

¹⁵ ECB (European Central Bank) – “ECB guide to internal models”, ottobre 2019 (1.4 - Implementation of a model risk management framework, pag. 9).

¹⁶ ECB (European Central Bank) – “ECB guide to internal models”, ottobre 2019 (1.4 - Implementation of a model risk management framework, pag. 9).

sistemi di rating classificati come rilevanti dall'ente dovrebbero essere soggetti ad un controllo particolare”¹⁷.

Il tema del Model Risk è ripreso anche all'interno della CRR II (Capital Requirements Regulation)¹⁸ per quanto riguarda i requisiti di Prudent Valuation (art. 105) e per il modello IRC (Incremental Risk Charge) (art. 376) e per i quali le banche devono considerare nelle proprie valutazioni il rischio modello, soprattutto in presenza di prodotti più complessi. A tal fine, le banche devono valutare la necessità di aggiustamenti di valutazione per riflettere il rischio di modello associato all'uso di una metodologia di valutazione potenzialmente errata e il rischio di modello associato. Inoltre, sotto il profilo del Model Risk, le nuove previsioni introdotte dalla FRTB (Fundamental Review of the Trading Book) consentiranno di avere un più efficace Model Risk Assessment. Infatti, a tali metriche di performance è anche associato un meccanismo di Model Risk Mitigation a livello di trading desk, che prevede che una banca che intende utilizzare l'approccio IMA per i requisiti patrimoniali del Market Risk debba condurre e superare con successo sia il backtesting a livello di banca e sia il backtesting che l'attribuzione di profitti e perdite (PLA) test a livello di trading desk¹⁹.

Negli ultimi mesi, a seguito della crisi pandemica da Covid-19, il manifestarsi del rischio modello ha assunto un ruolo molto importante nell'evidenziare quali possano essere i pericoli nel confidare unicamente sulle stime ottenute dal modello soprattutto in dati momenti di accentuata volatilità dovuti a grandi shock. Un esempio concreto è dato dal documento “Statement on the application of the prudential framework on targeted aspects in the area of market risk in the COVID-19 outbreak” pubblicato dall'EBA il 22 aprile 2020²⁰. Da questo rapporto si evince come l'estrema volatilità dei mercati osservata durante i mesi della pandemia abbia provocato un aumento del *Value at Risk* (VaR) dei modelli interni (IMA), che ha provocato il mancato superamento dei backtesting. L'aumento del VaR è dovuto all'aumento del suo moltiplicatore prudenziale, il cui incremento rispetto al floor minimo è una delle penalità applicate per il rischio modello. I fallimenti dei test retrospettivi, che provocavano un aumento di tale moltiplicatore, non erano dovuti a carenze dei modelli interni, bensì ad un

¹⁷ ECB (European Central Bank) – “ECB guide to internal models”, ottobre 2019 (3.2 - Materiality of rating systems, pag. 19).

¹⁸ European Parliament - Regulation (EU) 2019/876 (CRR II), maggio 2019.

¹⁹ EBA (European Banking Authority) – “EBA/RTS/2020/02 - EBA FINAL draft Regulatory Technical Standards on Backtesting requirements and Profit and Loss attribution requirements under Article 325bf(9) and 325bg(4) of Regulation (EU) No 575/2013 (revised Capital Requirements Regulation - CRR2)”, 27 marzo 2020.

²⁰ EBA (European Banking Authority) – “Statement on the application of the prudential framework on targeted aspects in the area of market risk in the COVID-19 outbreak”, 22 aprile 2020 (Increase in the Value-at-Risk (VaR) risk metrics and multiplication factors under the Internal Models Approach (IMA) for market risk, pag. 3).

cambiamento dello scenario di contesto caratterizzato da parametri di volatilità molto elevati. Per mitigare questo effetto è stata consentita una maggior flessibilità alle autorità competenti e la possibilità di ridurre il moltiplicatore del VaR al di sotto di una determinata soglia.

Per quanto riguarda gli impatti del Covid-19 sui modelli si è espresso anche il Comitato di Basilea il 3 aprile 2020 con il comunicato “Basel Committee sets out additional measures to alleviate the impact of Covid-19”²¹ nel quale si rileva come il framework IFRS9 sull’ECL (Expected Credit Loss) non debba essere applicato meccanicamente ma in modo flessibile, per tener conto dell'effetto attenuante delle misure straordinarie di sostegno relative a Covid-19 (quali ad esempio le moratorie legislative e le garanzie pubbliche sui prestiti). Anche le altre novità regolamentari in materia di Credit Risk, come ad esempio le moratorie pubbliche e private, potrebbero avere impatti sui modelli che porterebbero a ridefinirli rispetto ai diversi scenari e al contesto pandemico. Per concludere, il contesto dovuto alla pandemia di Covid-19 ha portato ad una maggior attenzione al Model Risk, con sfide dovute, ad esempio, a valori anomali dei fattori esogeni dei modelli, così come precedentemente riportato. Di conseguenza, viene rafforzata maggiormente la necessità di avere un framework di governo del Model Risk efficiente ed efficace al fine di fronteggiare potenziali crisi economico-finanziarie e che sia trasversale alle diverse tipologie di rischio.

²¹ BCBS (Basel Committee on Banking Supervision) – “Basel Committee sets out additional measures to alleviate the impact of Covid-19”, 3 aprile 2020.

5. MAPPATURA DEI MODELLI E DEI DATI RAPPRESENTATIVI

Boccarusso, Basaglia, Straziuso, Zampetti

6. Premessa

La regolamentazione americana e le linee guida europee qualificano l'inventario dei modelli (c.d. *Model Inventory*) come uno degli elementi fondamentali per la realizzazione di un *framework* di rischio modello, indicando altresì il perimetro e i principali contenuti da includere.

In particolare, la normativa della Federal Reserve²² stabilisce la necessità di “...*maintain a firm-wide **inventory of all models**, which should assist a bank in evaluating its model risk in the aggregate...*”, fornendo anche indicazioni sulle informazioni da archiviare nell'inventario dei modelli: “*the **inventory** should describe the purpose and products for which the model is designed, actual or expected usage, and any restrictions on use. It is useful for the **inventory** to list the type and source of inputs used by a given model and underlying components (which may include other models), as well as model outputs and their intended use. It should also indicate whether models are functioning properly, provide a description of when they were last updated, and list any exceptions to policy. Other items include the name of individuals responsible for various aspects of the model development and validation; the dates of completed and planned validation activities; and the time frame during which the model is expected to remain valid*”.

A livello europeo tale concetto viene ripreso nelle Linee Guida “Targeted Review of Internal Models” (TRIM) emanate dalla Banca Centrale Europea²³ che sanciscono il seguente principio: “*the framework should include [...] a) a **model inventory** that allows a holistic understanding of their application and usage [...]*”.

Tale prescrizione viene ribadita successivamente nella “ECB Guide to Internal Models”²⁴, dove si disciplina che: “*the framework should comprise, at least, [...] b) a register of the institution’s internal models. This **register** should facilitate a holistic understanding of the application and use of the models and provide the institution’s management body and senior management with a comprehensive overview of the models in place*”.

Al riguardo, anche l’Organismo Prudential Regulation Authority (PRA) della Bank of England, nella lettera emanata in relazione alla gestione dei modelli di stress test²⁵, indica la presenza di un inventario dei modelli come uno dei principi chiave da considerare.

²² “Supervisory guidance on model risk management” (aprile 2011) emanato dal Board of Governors of the Federal Reserve System Office of the Comptroller of the Currency.

²³ “Guide for the Targeted Review of Internal Models” (febbraio 2017) emanato dalla Banca Centrale Europea, par. 2.2.

²⁴ “ECB Guide to internal models” (ottobre 2019) emanato dalla Banca Centrale Europea, par. 1.4.

²⁵ “Letter on Stress test Model Management” (marzo 2017) redatta dalla PRA of Bank of England.

Il crescente utilizzo di modelli da parte delle Istituzioni Finanziarie rende indispensabile la creazione di un **inventario**, ossia di un **repository** informativo centrale che comprenda tutti gli strumenti sviluppati ed utilizzati dalle diverse Funzioni per finalità regolamentari e per supportare il *Management* nelle decisioni di business nei diversi processi aziendali, fornendo una rappresentazione olistica di tutti gli strumenti presenti nell'Istituzione Finanziaria.

Coerentemente con le indicazioni riportate nella sopracitata normativa della Federal Reserve²⁶, l'inventario deve tenere traccia di tutte le informazioni caratterizzanti il modello, ossia inerenti alle fonti di input utilizzate, agli aspetti quantitativi e metodologici nonché al processo di utilizzo e *reporting* dell'output risultante dal modello.

Inoltre, il perimetro di applicazione dell'inventario deve essere riferito a tutti gli strumenti che hanno un impatto sul fronte regolamentare, reputazionale e sulle decisioni aziendali di business. Il processo di completamento dell'inventario potrà, quindi, basarsi su un approccio graduale che preveda il censimento degli strumenti regolamentari di misurazione del rischio in un primo momento e la tracciatura di tutti gli strumenti sviluppati e utilizzati nelle diverse aree dell'Istituzione Finanziaria in fasi successive, a prescindere dalla tipologia (non solo modelli di rischio) e dalla finalità (regolamentare e manageriale).

Infine, l'inventario deve consentire l'individuazione di aspetti inerenti al ciclo di vita del modello, ivi inclusi gli elementi caratterizzanti il processo di *issue management* e *model change*.

7. Elementi chiave del Model Inventory

La realizzazione di un inventario di modelli richiede la declinazione di alcuni elementi fondamentali, quali il concetto di modello, i legami e le dipendenze tra modelli, il livello di granularità, nonché le regole di raggruppamento dei modelli.

²⁶ "Supervisory guidance on model risk management" (aprile 2011) emanata dal Board of Governors of the Federal Reserve System Office of the Comptroller of the Currency, paragrafo III "Overview of Model Risk Management".

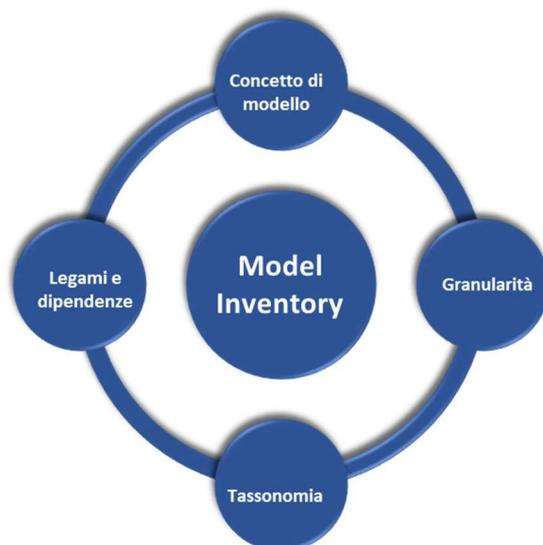


Figura 2.1 – Elementi chiave di un Model Inventory

Per quanto riguarda il concetto di modello si rinvia a quanto descritto al Capitolo 1.

8. Granularità, legami e dipendenze tra modelli

Il livello di granularità e la tracciatura delle dipendenze tra i modelli possono avere degli impatti sul grado di complessità dell'inventario: un'elevata granularità delle informazioni registrate unita ad una tracciatura articolata delle dipendenze tra i modelli può tradursi, infatti, in un'elevata complessità nella gestione e manutenzione dell'inventario.

In sede di definizione di tali principi l'Istituzione Finanziaria deve pertanto valutare attentamente l'unità elementare e la tipologia di legami che intende tracciare.

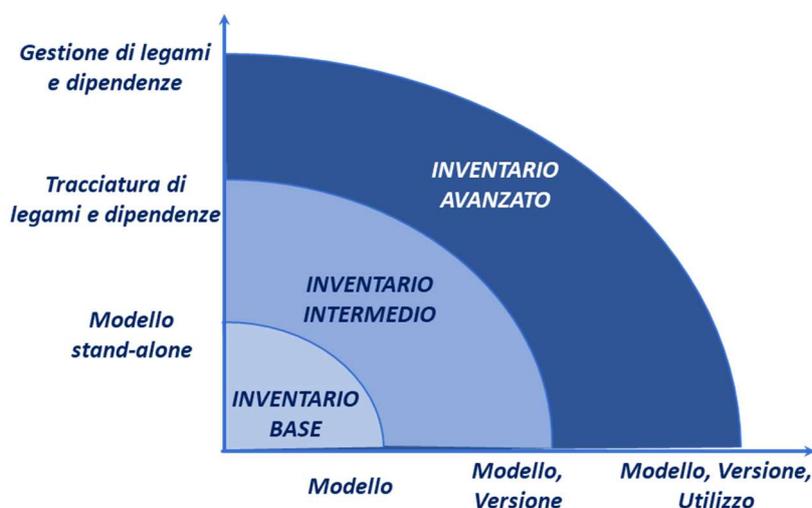


Figura 2.2 – L'evoluzione strutturale dell'inventario

In funzione del grado di maturità dell'inventario che si intende raggiungere, l'unità elementare può essere rappresentata:

- dal modello;
- dal modello e dalle sue versioni;
- oppure nei casi più avanzati dalla tracciatura anche degli utilizzi del modello.

La scelta del livello di granularità presuppone quindi una chiara definizione di tali concetti, al fine di evitare la proliferazione di modelli e utilizzi con conseguenti difficoltà di individuazione delle problematiche di rischio modello.

Con riferimento alla definizione di modello è opportuno ricordare la necessità di ricomprendere solo gli strumenti rilevanti, ossia quelli aventi impatti significativi sul fronte di business, regolamentare e reputazionale (cfr. Capitolo 1), evitando ad esempio di tenere traccia di strumenti che vengono utilizzati per sole finalità di test interni senza avere impatti sull'assunzione di decisioni aziendali.

Un altro elemento da considerare riguarda la modifica di un modello che, a seconda dei casi, può comportare la registrazione di una nuova versione del modello o il censimento di un nuovo strumento. La rilevanza del cambiamento (i.e. sostanziale e non sostanziale) può rappresentare un valido *driver* per indirizzare tale scelta; naturalmente, in tal caso il presupposto è quello di definire le regole di classificazione dei cambiamenti dei modelli, declinando puntualmente le diverse casistiche al fine di renderne agevole ed oggettiva la loro individuazione.

Il livello di maturità dell'inventario è maggiore nel momento in cui lo stesso consente di tenere traccia oltre che del modello e delle sue versioni anche del suo utilizzo. In tal senso, è necessario distinguere l'uso diretto del modello nell'ambito di un processo aziendale (es. utilizzo del modello di *probability of default* nel processo di affidamento creditizio o nella definizione delle strategie creditizie) dalle situazioni in cui l'uso è rappresentato dall'alimentazione di un altro modello (i.e. l'output del modello rappresenta un input per un dato modello). Si può valutare di adottare un approccio graduale che preveda in una prima fase la tracciatura degli usi diretti e in una fase avanzata l'individuazione e la registrazione dei casi di alimentazione di altri modelli.

È opportuno precisare che la granularità da adottare in fase di individuazione di un uso deve essere connessa al concetto di "finalità" a prescindere dal numero di utenti che lo utilizzano o dal numero di report in cui l'informazione viene elaborata. In altri termini, se l'output prodotto da un dato modello viene utilizzato da diverse unità organizzative o elaborato in differenti report e la finalità resta unica allora l'uso da censire sarà uno solo; diversamente potranno essere n utilizzi, laddove uno stesso

output che alimenta processi di *decision making* differenti assolve, invece, ad una pluralità di “finalità” e quindi “usi”.

Inoltre, non rientrano nella definizione di uso, le situazioni in cui l’output di un modello sia solamente rappresentato – come mera informazione – nell’ambito di un documento di reporting, senza essere oggetto di elaborazione ed effettivo impiego a fini di *decision making*.

Un ulteriore elemento che indirizza il livello di maturità dell’inventario è costituito dalla mappatura delle relazioni tra i diversi modelli, che consente di creare una panoramica globale di tutti i modelli e delle loro connessioni (c.d. *model landscape*).

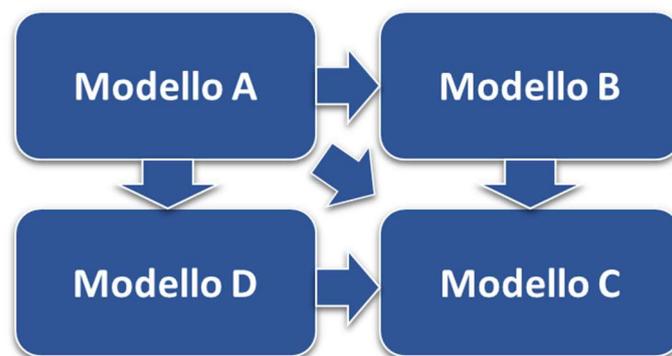


Figura 2.3 – Esempio di relazione e interdipendenze tra modelli

La tracciatura dell’intera catena di relazioni permette di gestire più efficacemente le situazioni di cambiamento ai modelli in quanto agevola le analisi d’impatto delle modifiche, contribuendo altresì ad un’adeguata valutazione del rischio modello. Inoltre, tale individuazione ha importanti ripercussioni sulla determinazione della rilevanza del modello, consentendo di indirizzare le priorità delle attività di sviluppo e di validazione interna, nonché l’attività di risoluzione delle criticità riscontrate.

La determinazione della rilevanza di un modello (*Tier*) non può, infatti, prescindere dai modelli ad esso collegati.

9. Tassonomia

La definizione dei criteri di raggruppamento dei modelli ha come principale finalità quella di supportare il governo del *framework* di rischio modello.

La necessità di categorizzare i modelli nasce con l’obiettivo di creare degli aggregati omogenei finalizzati ad agevolare la comparazione tra modelli che, pur appartenendo a differenti aree di business aziendale (es. Chief Lending Officer, Chief Financial Officer, Chief Risk Officer, ecc..), condividono elementi comuni in termini ad esempio di dati di input utilizzati, scelte metodologiche adottate, processi alimentati, funzioni coinvolte nel ciclo di vita del modello o processo di valutazione del rischio modello al quale sono sottoposti.

In presenza di contesti aziendali complessi caratterizzati da un numero di modelli significativo, il raggruppamento dei modelli agevola quindi la consultazione dell’inventario e l’individuazione di situazioni a maggiore rischiosità, permettendo altresì di produrre una reportistica maggiormente efficace verso le Funzioni aziendali e gli Organi Societari.

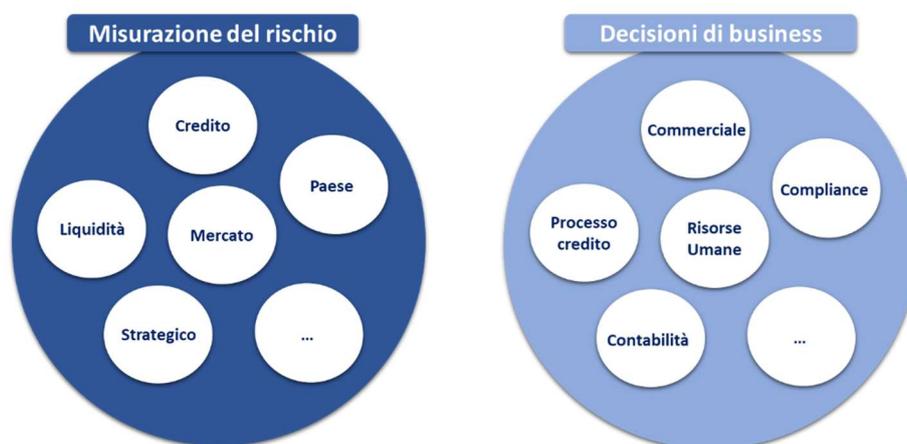


Figura 2.4 – Un esempio di raggruppamento di modelli

10. I contenuti: le principali aree informative

L’individuazione ed il livello di dettaglio delle aree informative da includere nel *Model Inventory* possono variare in base alla complessità dei modelli e all’estensione del loro utilizzo presso l’Istituto, oltre alla *mission* attribuita all’inventario.

In una fase di prima implementazione del *Model Inventory*, esso può essere concepito fondamentalmente come un *repository* informativo, con lo scopo di permettere l’identificazione e la comprensione delle principali caratteristiche dei modelli.

L’evoluzione della struttura e l’approfondimento del contenuto informativo del *Model Inventory* possono supportare l’Istituto nella definizione di un regime di effettiva ed efficace *governance* del rischio modello nelle diverse fasi del ciclo di vita del modello.

È possibile, quindi, ipotizzare un percorso evolutivo di definizione ed implementazione del *Model Inventory*, che da semplice strumento di censimento dei modelli lo configura, nella sua fase avanzata, in uno strumento di governo attivo a supporto del *Management*, eventualmente integrato con funzionalità di *workflow management* e di *reporting*.

Tale percorso evolutivo può essere strutturato in tre *step*, corrispondenti ai seguenti livelli di “maturità” di implementazione del *Model Inventory*:

- fase iniziale o di prima implementazione: l’inventario assume una configurazione elementare, con l’obiettivo principale di fornire alcune prime informazioni sui modelli;

- fase intermedia: l’inventario si trasforma in uno strumento di supporto alla *governance* di alcune componenti del *framework* di rischio modello;
- fase avanzata: l’inventario assume un ruolo centrale nel governo del rischio modello.

Ne deriva che il contenuto informativo ed il relativo grado di dettaglio del *Model Inventory*, anche in termini di grado di strutturazione delle tassonomie, devono risultare incrementali in base all’evoluzione dell’inventario. Il patrimonio informativo può essere principalmente ricondotto alle seguenti aree tematiche:

- caratteristiche generali, che comprende le informazioni che consentono di identificare i modelli ed i loro utilizzi presso l’Istituto;
- elementi di *governance*, volti ad individuare i ruoli e le conseguenti responsabilità delle Funzioni coinvolte nel processo di governo del rischio modello;
- ottimizzazione del portafoglio modelli, riguardante l’assegnazione del *Tier* al modello;
- valutazione e mitigazione del rischio modello;
- aspetti documentali inerenti alle diverse fasi del ciclo di vita del modello.



Figura 2.5 – Approccio progressivo di popolamento dell’inventario

Nella fase di prima definizione ed implementazione del *Model Inventory* (Fase 1), le principali informazioni da censire sono quelle anagrafiche, che consentono una corretta identificazione e comprensione dei modelli e delle loro caratteristiche fondamentali. Tali fonti informative devono comprendere almeno l’identificazione univoca del modello, oltre all’indicazione dell’ambito di applicazione, in termini sia di *legal entities* del perimetro societario sia di portafoglio di controparti cui il modello viene applicato. Risulta, inoltre, fondamentale definire un primo impianto di

tassonomia del *Model Inventory*, che inizialmente potrebbe basarsi, a titolo esemplificativo, sulla tipologia di rischio coperta dai modelli²⁷.

Inoltre, il *Model Inventory* deve tracciare le principali *milestone* del ciclo di vita del modello (es. sviluppo, autorizzazione da parte degli Organi interni e dell’Autorità di Vigilanza ove previsti), nonché le fonti dati e le tecnologie (software e piattaforme applicative) impiegate ai fini dello sviluppo e dell’applicazione dei modelli.

Risulta opportuno poi individuare e rappresentare anche i principali ruoli identificati nell’ambito del *framework* di gestione del rischio modello, ovvero le unità organizzative responsabili dello sviluppo e della validazione del modello (i.e. *Model Developer* e *Model Reviewer*).

La formulazione di base del *Model Inventory* può infine prevedere l’inserimento di informazioni relative agli esiti dell’attività di validazione interna sui modelli, con lo scopo di fornire un primo elemento di valutazione del rischio modello.

In ottica di evoluzione del *Model Inventory* verso una soluzione intermedia (Fase 2), si rende necessario da una parte potenziare le aree tematiche considerate nella versione iniziale dell’inventario arricchendone il patrimonio informativo e dall’altra, procedere con l’inserimento di ulteriori aree informative inerenti ad esempio l’ottimizzazione del portafoglio (*Tiering*) e la documentazione.

In particolare, le informazioni anagrafiche generali possono essere arricchite con la tracciatura della versione del modello e delle dipendenze tra i diversi modelli; come già indicato, la mappatura delle interrelazioni tra i modelli facilita l’individuazione delle sorgenti e dei canali di trasmissione del rischio modello e contribuisce successivamente alla definizione delle misure più efficaci di gestione del rischio. In tale contesto, al fine di cogliere in modo adeguato le relazioni esistenti tra i modelli, risulta opportuno procedere con l’estensione del perimetro di applicazione dell’inventario a tutti i modelli di rischio impiegati dall’Istituto, includendo, oltre a quelli **regolamentari**, anche i modelli sviluppati ed utilizzati per scopi **manageriali**.

In tale fase, si può valutare, inoltre, l’evoluzione della tassonomia verso una struttura definita su assi di analisi maggiormente orientati ad aspetti di governo del rischio modello, nonché l’identificazione di tutti i *player* coinvolti, a diverso titolo, nella gestione del rischio modello (i.e. *Model Owner*, *Model Implementer*, *Model User* e *Use Reviewer*). In particolare, l’identificazione e la tracciatura del ruolo del *Model Owner*, ossia della Funzione che ha la responsabilità complessiva del modello, consente di giungere verso un’applicazione efficace del *framework* di rischio modello.

²⁷ Nel caso in cui il perimetro di applicazione iniziale corrisponda a modelli regolamentari connessi alla misurazione dei rischi di Primo e Secondo Pilastro.

Risulta, inoltre, opportuno prevedere l'indicazione delle principali informazioni relative al processo di monitoraggio dei modelli, ad esempio in termini di frequenza di esecuzione, perimetro di intervento e di principali evidenze emerse dall'attività, con lo scopo di disporre di una valutazione sul funzionamento dei modelli e su eventuali carenze riscontrate.

Il *Model Inventory* deve altresì rappresentare il livello di rilevanza (*Tier*) assegnato al modello nonché i relativi *tiering factor*, ossia i *driver* che combinati tra loro consentono di calcolare il *Tier* del modello.

Infine, il *Model Inventory* può essere arricchito con le evidenze inerenti alla valutazione del rischio modello e ai connessi elementi di mitigazione, quali ad esempio la presenza di fattori di prudenzialità o di specifiche limitazioni all'uso di modelli.

La fase più avanzata di implementazione del *Model Inventory* (Fase 3) prevede la tracciatura anche degli utilizzi del modello e il censimento di tutti i modelli sviluppati e utilizzati dall'Istituzione Finanziaria, non solamente connessi alla misurazione del rischio. In tale fase si può valutare di arricchire ulteriormente le informazioni censite nelle diverse aree informative; in particolare, l'inventario può essere integrato con l'indicazione puntuale dell'esito delle attività svolte dalle funzioni di controllo di primo, secondo e terzo livello, ciascuna per quanto di propria competenza, cercando di mappare gli esiti delle attività su una scala comune, al fine di ottenere una valutazione sintetica che possa contribuire ad una valutazione quantitativa del rischio modello.

Relativamente alla documentazione da inserire nel *Model Inventory*, è possibile adottare un approccio graduale privilegiando in una prima fase la documentazione connessa al processo autorizzativo (Organi interni e Autorità di Vigilanza) e alla gestione dei *finding* provenienti dall'Autorità di Vigilanza, posticipando ad un momento successivo la documentazione tecnica di sviluppo ed implementazione dei modelli, nonché quella inerente alle attività di monitoraggio e di revisione. Nella fase avanzata di definizione del *Model Inventory*, è possibile inoltre valutare la strutturazione e l'implementazione di funzioni di ricerca evolute, anche sulla base delle scelte di implementazione "tecnologica" dell'inventario stesso.

11. Il processo di governo dell'inventario

Una volta definiti gli elementi chiave e le aree informative dell'inventario diventa fondamentale la declinazione di un processo che descriva l'insieme delle attività da svolgere e le relative funzioni responsabili.

Preliminarmente all'attivazione del processo di inventario dei modelli è necessaria la diffusione della cultura del rischio modello all'interno dell'Istituzione Finanziaria

mediante l'utilizzo di canali interni informativi e/o formativi che abbiano come finalità principale quella di diffondere consapevolezza sull'importanza e sui benefici che un efficace governo del rischio modello può avere per l'intera Organizzazione Aziendale.

La presenza nelle diverse aree di business di una conoscenza diffusa in merito alla finalità e alle componenti del *framework* di governo del rischio modello è essenziale per garantire che lo stesso possa realizzarsi in modo efficiente ed efficace. Ciascuna Funzione deve riconoscere il *Model Inventory* come **la piattaforma centrale per il censimento dei modelli**, a prescindere dal fatto che internamente abbia già creato un archivio di modelli, e deve contribuire in modo attivo all'implementazione e alla manutenzione delle informazioni in esso contenute.

Il corretto censimento del modello è condizione necessaria per consentire la tracciatura e il monitoraggio delle fasi del suo ciclo di vita, ivi compreso il governo di eventuali *finding* provenienti dalle funzioni di controllo e/o dell'Autorità di Vigilanza.

La **gestione ordinaria dell'inventario** prevede delle fasi cicliche che si possono riassumere in:

- individuazione, ossia valutazione preliminare dello strumento (potenziale modello) che consiste, da un lato, nella verifica che lo stesso non sia già presente nell'inventario e, dall'altro, nel valutare se lo stesso possa essere qualificato come modello. La prima verifica è finalizzata ad evitare l'attivazione, in unità organizzative distinte, di diversi processi di sviluppo di uno stesso modello, mentre la seconda valutazione è volta a garantire che gli strumenti presenti nell'inventario rispettino i requisiti metodologici sottostanti la definizione di modello.

In tale sede, diventa fondamentale che l'unità organizzativa dedicata al governo del rischio modello interagisca con le Funzioni coinvolte nello sviluppo e/o nell'utilizzo del potenziale modello, con l'obiettivo di assicurare omogeneità nell'applicazione delle regole di individuazione.

- censimento, ossia registrazione nell'archivio del modello e dei suoi utilizzi, che presuppone una chiara conoscenza, da parte delle Funzioni coinvolte nella compilazione, degli elementi che li caratterizzano nonché di tutte le informazioni descritte al paragrafo 2.5. In tale fase, l'unità organizzativa dedicata al governo del rischio modello deve supportare le Funzioni incaricate della compilazione al fine di garantire la corretta applicazione delle regole di popolamento dell'inventario.
- aggiornamento periodico (con frequenza almeno annuale) da parte delle Funzioni incaricate della compilazione del patrimonio informativo, verificando la

qualità e coerenza delle informazioni censite, il grado di completezza della documentazione e aggiornando le valutazioni in termini di *tiering* e di *model risk*. L'unità organizzativa dedicata al governo del rischio modello deve presidiare il processo di aggiornamento.

- disattivazione e dismissione, ossia eliminazione del modello dall'inventario in quanto non viene più utilizzato. Prima dell'effettiva cancellazione del modello è possibile che lo stesso permanga nell'archivio per un dato periodo di tempo al fine di soddisfare esigenze di tracciabilità e documentabilità.

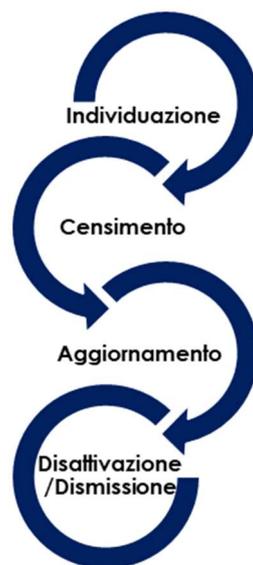


Figura 2.6 – Fasi del processo di Model Inventory

In tale contesto è importante definire in modo chiaro e puntuale il coinvolgimento delle Funzioni aziendali che, a vario titolo, intervengono nel ciclo di vita del modello. Il *commitment* di tali Funzioni rappresenta la condizione necessaria a garantire un inventario completo, accurato ed aggiornato, nonché un governo efficace ed efficiente del ciclo di vita del modello.

L'Istituzione Finanziaria deve, infine, definire e implementare un sistema di storicizzazione e *back up* dei contenuti dell'inventario, eventualmente focalizzato sulle informazioni di tipo dinamico maggiormente rilevanti, quali ad esempio i *tiering factor*, il *Tier* calcolato o l'esito della valutazione del rischio modello. In alcuni contesti, è possibile infatti che l'Istituzione Finanziaria sia chiamata a dover **replicare il calcolo di un Tier** assegnato ad un dato modello oppure **lo score di rischio modello** calcolato.

Le fasi effettive del ciclo di vita del modello, sinteticamente rappresentate nel *Model Inventory*, sono oggetto di un disegno dei processi molto più articolato che dipende da una pluralità di condizioni al contorno. Queste osservazioni sono trattate nel capitolo successivo.

12. IL CICLO DI VITA DEL MODELLO E LE STRUTTURE COINVOLTE

Carbonchi, Di Nola, Montorio, Rostagno

13. Premessa

L'uso sempre più diffuso dei modelli consente alle istituzioni finanziarie di prendere decisioni strategiche, avendo a disposizione un nuovo livello di conoscenza. Nel contempo occorre dotarsi di un *framework* ben strutturato di *Model Governance* che consenta una corretta gestione del rischio legato all'utilizzo dei modelli.

La *Model Governance* deve assicurare che siano definiti ruoli e responsabilità per ognuna delle fasi del ciclo di vita del modello, in allineamento con le **tre linee di difesa**, e che sia definita una specifica funzione di *Model Risk Management* responsabile della definizione dell'intero *framework* e garante della sua applicazione.

Nello stabilire il *framework* di *Model Governance* occorre tener conto dei principi di proporzionalità, di coerenza tra i diversi modelli e di semplicità, con l'obiettivo di rendere effettiva la gestione del rischio di modello rendendo chiaro a tutti gli stakeholder del modello cosa ci si aspetta da loro, anche attraverso specifiche attività di diffusione di una *model risk culture* coerente.

14. Il ciclo di vita dei modelli

Il ciclo di vita di un modello è un *framework* concettuale che descrive il processo attraverso il quale un modello evolve dalla sua concezione iniziale fino al suo sviluppo completo, alla sua implementazione e rilascio in produzione, al monitoraggio e successivi adeguamenti fino all'eventuale ritiro.

Model Life Cycle



Figura 3.1 – Il ciclo di vita dei modelli

L'importanza, la durata, le strutture coinvolte e l'*effort* impiegato in ognuna di queste fasi possono variare di molto e in generale dipendono:

- Dalle finalità d'uso del modello (es. modelli regolamentari vs modelli analitici gestionali) e dalla rilevanza dello stesso (model *tier*);
- dalla presenza di requisiti normativi specifici del modello, che possano guidare alcune di queste fasi;
- dalla complessità aziendale in rispetto del principio di proporzionalità;
- dallo svolgimento da alcune di queste fasi da parte di fornitori esterni, ferma restando la necessità di un adeguato presidio interno.

Essendo il ciclo di vita dei modelli, soprattutto quelli di tipo regolamentare, un argomento consolidato nelle prassi bancarie si riporta di seguito una serie di considerazioni relative ad ognuna delle fasi illustrate sopra, con particolare riferimento agli aspetti derivanti dall'introduzione del framework di *Model Risk Management*.

Ideazione

In questa fase iniziale di genesi del modello vengono definiti l'ambito, gli obiettivi, il *model design*, le caratteristiche tecniche del modello e la documentazione metodologica da produrre a valle della fase di sviluppo. Vengono inoltre identificate le figure che materialmente svolgeranno le diverse attività del ciclo di vita del modello.

A seguito dell'identificazione dell'ambito di applicazione del modello, è necessario avviare le valutazioni che ricomprendono il modello all'interno del *Model Risk Framework*, a partire dal primo censimento all'interno del *Model Inventory*. In questa fase embrionale della vita del modello è opportuno effettuare valutazioni strategiche circa la futura rilevanza del modello (*Tier*) e i conseguenti aspetti inerenti al suo *Model Risk*.

Sviluppo

Per i modelli più complessi, questa fase del ciclo di vita si articola spesso in sotto-fasi coincidenti con appositi *stream* progettuali.

Un elenco non esaustivo di queste sotto-fasi può includere:

1. la raccolta dati e le attività di *data quality*,
2. la costruzione delle variabili esplicative,
3. le analisi statistiche,
4. l'inclusione di componenti esperte,
5. l'analisi delle *performance* del modello,

6. la stesura della documentazione modellistica.

A conclusione della fase di sviluppo di un modello è necessario definirne la rilevanza (*Tier*), l'insieme di interconnessioni con altri modelli e il *Model Risk*, valutandone la coerenza nell'ambito del *Model Risk Appetite*.

Validazione

In questa fase vengono effettuate le attività volte a fornire una revisione del modello sviluppato nella fase precedente. La fase di validazione iniziale ha l'obiettivo di garantire che il modello funzioni come previsto, soddisfi le esigenze aziendali e rispetti gli eventuali requisiti normativi. Gli elementi analizzati nella fase di validazione sono tipicamente:

- Scopo e utilizzo del modello;
- *Model design* ed ipotesi formulate, generalmente attraverso analisi di *challenge* metodologico;
- Processo di sviluppo del modello, tipicamente svolto tramite *reperforming* indipendente;
- Analisi di *data quality*;
- Documentazione metodologica, eventuale conformità regolamentare con esplicitazione delle eventuali **limitazioni all'uso del modello**;
- *Performance* del modello.

Affinché la validazione del modello sia efficace, è necessario rispettare il principio di indipendenza tra chi è stato coinvolto nell'iniziale fase di ideazione e sviluppo del modello e chi svolge le attività di validazione²⁸.

Obiettivo aggiuntivo di questa fase rilevante ai fini *Model Risk Management* è la validazione della rilevanza assegnata al modello (*Tier*), delle interconnessioni con altri modelli identificate e della valutazione del *Model Risk*.

Approvazione

In questa fase, che segue l'esito positivo della fase precedente, il modello viene esaminato ed eventualmente approvato dagli organi competenti.

²⁸ A seconda della rilevanza del modello, del rispetto dei requisiti normativi e nel rispetto del principio di proporzionalità, l'indipendenza può essere garantita attribuendo le due fasi di sviluppo e validazione a strutture differenti dell'organizzazione o coinvolgendo personale differente all'interno della stessa struttura

Laddove siano coinvolti comitati aziendali e l'iter di approvazione preveda una delibera del Consiglio di Amministrazione, quest'ultimo tiene conto dei rapporti di *Model Validation* e dell'*Internal Audit*, della gravità delle *issue* identificate e degli eventuali *action plan* definiti con il *Model Owner* a fronte delle *model issue* identificate.

In aggiunta all'approvazione interna all'azienda, per i modelli di tipo regolamentare va attivato il particolare iter di approvazione che coinvolge l'Autorità di Vigilanza.

Per i modelli di maggior rilevanza (*Tier*) che lo prevedono, questa fase contempla inoltre l'approvazione del modello nell'ambito del *framework* di *Model Risk Management*.

Implementazione

Questa fase riguarda l'implementazione del modello affinché venga impiegato secondo gli obiettivi prefissati. Tipicamente questa fase necessita lo sviluppo di applicativi informatici, il collaudo mediante test e la formazione degli utenti.

Il risultato è un modello operativo che elabora i dati effettivi, integrato nei sistemi aziendali e nei processi correlati. Eventuali limitazioni all'uso del modello, che discendono direttamente dalle fasi precedenti, devono essere opportunamente documentate.

A valle della fase di test e solo a seguito del buon esito dell'iter di approvazione, può avvenire la messa in produzione del modello che a sua volta deve seguire un iter strutturato presso le strutture ICT deputate per garantire robustezza e performance tecnologiche adeguate.

Dando seguito alla fase di approvazione, in questa fase il modello inizialmente censito viene arricchito all'interno del *Model Inventory* con l'opportuna storicizzazione di documentazione metodologica, analisi di *model design*, basi dati / codici di stima e processo di *deploy* in produzione.

Monitoraggio

Questa fase viene svolta nel continuo a seguito dell'implementazione del modello. Le attività che compongono questa fase, e le strutture aziendali coinvolte, variano a **seconda della materialità del modello**, che deve essere **rivalutata** ogniqualvolta si procede al monitoraggio. Per i modelli più rilevanti oltre il *Model Owner*, possono essere coinvolte più strutture differenti che rappresentano diversi livelli di controllo (Funzioni Aziendali di Controllo di II e III livello).

In termini generali, le attività di monitoraggio hanno l'obiettivo di:

- assicurare che il modello continui ad essere adeguato a fronte di eventuali mutamenti nel contesto, nella normativa di riferimento o nei processi aziendali presenti al momento dello sviluppo del modello;
- verificare che la *performance* del modello e la rappresentatività dei campioni di stima rispetto ad osservazioni recenti continuino ad attestarsi su livelli di adeguatezza;
- analizzare eventuali anomalie riscontrate durante l'utilizzo del modello a seguito della sua messa in produzione, anche a seguito di una naturale obsolescenza;
- presidiare lo stato di attuazione *dell'action plan*, comprensivo delle eventuali *model issue (findings)* identificate in fase di validazione iniziale o ad esito delle attività di monitoraggio periodiche stesse.

Gli obiettivi di cui sopra vengono generalmente conseguiti tramite attività svolte con cadenza periodica le quali comprendono analisi di tipo statistico e verifiche (massive e/o campionarie) sugli applicativi e sulle procedure aziendali. Il tipo di attività e la frequenza di svolgimento dipendono dalla rilevanza del modello, dai requisiti normativi, dalla presenza e rilevanza di *model issue* identificate, nel rispetto di un **principio di proporzionalità**.

E' importante prevedere il monitoraggio degli aspetti che determinano la rilevanza del modello (*Tier*) definiti nel *Model Risk Framework*, in quanto cambiamenti nell'ambito di applicazione o nel contesto dell'istituto potrebbero averne variato il *Model Risk*.

Tipicamente questa attività di monitoraggio viene accompagnata da una o più informative verso gli organi competenti attraverso documenti sintetici che evidenziano gli indicatori di *performance* essenziali e la loro evoluzione temporale.

Modifica o Ritiro (dismissione)

Qualora le attività di monitoraggio o altre circostanze lo suggeriscano, il modello potrebbe dover essere sottoposto a modifiche, apportando migliorie al *Model Design* o utilizzando dati più recenti per ricalibrare le stime.

Per gli aspetti del modello oggetto di modifica, le fasi di ciclo di vita descritte in precedenza devono essere ripetute in tutto o in parte, a partire dall'iniziale fase di ideazione e sviluppo.

In alternativa, nel caso in cui non fosse possibile o non convenga procedere alla modifica del modello, a fronte di evidenze emerse durante la fase di monitoraggio o di mutate esigenze aziendali o di evoluzioni nel quadro normativo, potrebbe essere necessario dismettere il modello mantenendone comunque traccia nel *Model Inventory* per finalità di analisi, replicabilità e *disclosure*.

A seguito della dismissione di un modello risulta necessario l'aggiornamento del *Model Inventory*, con conseguente ridefinizione delle interconnessioni.

La gestione delle segnalazioni

Il processo di gestione delle segnalazioni sui modelli ("*model issues*"), previsto a valle dell'attività di controllo da parte della funzione di *Model Validation*, *Internal Audit* e Autorità di Vigilanza, ha l'obiettivo di garantire l'effettiva presa in carico e risoluzione delle criticità e punti di miglioramento emersi da tali attività con un livello di priorità opportunamente assegnato²⁹.

Il processo di gestione delle *issue* è in genere già stabilmente introdotto e formalizzato all'interno di istituti che abbiano definito un processo di convalida interna dei modelli/metriche di rischio. In questa sede si richiamano quindi gli elementi specifici della gestione delle *issue* riferite al *Model Risk Management Framework*.

Le *model issues* possono essere identificate dall'autorità di Vigilanza, dall'*Internal Audit* o dalla *Model Validation*, sia in sede di validazione iniziale del modello sia in sede di validazione *on-going* e devono riferirsi a elementi verificabili e circostanziati circa aspetti di metodologia, disegno del modello, *performance* di applicazione, documentazione o replicabilità degli *output* del modello.

La segnalazione delle *model issues* deve contenere l'identificativo del modello in esame, la descrizione della carenza identificata (*finding*) e la sua natura (e.g. metodologico, documentale, ...), la **rilevanza o gravità associata**, le raccomandazioni circa le *azioni di rimedio* da intraprendere e la **relativa scadenza** in coerenza con il livello di gravità, nonché l'*owner* dell'azione di rimedio.

Per ogni *model issue* individuata, il *Model Owner* deve approvare le raccomandazioni proposte ovvero proporre una diversa declinazione dell'attività o diversa scadenza da condividere con il *Model Developer* e il *Model Validator*.

Nell'ambito delle prassi e dei processi in essere presso l'istituto (processo di sviluppo e modifica dei modelli interni, processo di escalation, ecc...) le modifiche ai modelli seguono il processo di validazione e autorizzazione interno previsto.

Si sottolinea che a fronte delle *issue* identificate è opportuno che il *Model Owner* valuti l'impatto sull'uso del modello del permanere della carenza identificata fino alla data di risoluzione pianificata in termini di *add-on* sulle stime numeriche o di limitazioni³⁰ all'uso del modello stesso. L'utilizzo ai fini interni del modello è infatti esposto all'incertezza/carenza identificata con potenziali conseguenze per l'istituto.

²⁹ Tale processo può essere esteso a ulteriori *issues* emerse nell'ambito del processo di monitoraggio periodico, quali ad esempio *data quality issues*, se non ricomprese nelle precedenti.

³⁰ Si fa riferimento ad una limitazione cautelativa e/o prudenziale nelle possibilità di utilizzo del modello in termini di perimetro di applicazione / di diffusione / periodo di utilizzo in proporzione alla natura e gravità della carenza identificata

Il monitoraggio della realizzazione effettiva delle azioni di rimedio (attività di *follow-up*) e la richiesta di aggiornamenti periodici sullo stato di avanzamento delle azioni correttive pianificate compete alla funzione di *Model Risk Management*.

14.4. Le strutture coinvolte

Una corretta ed efficiente gestione del rischio di modello non può prescindere dalla definizione di un'adeguata struttura organizzativa che da una parte tenga conto:

- dei requisiti normativi vigenti e
- della dimensione dell'ente e del business gestito secondo un principio di proporzionalità,

e dall'altra garantisca:

- un adeguato e bilanciato controllo attraverso le tre linee di difesa all'interno della banca,
- una gestione corretta delle diverse fasi di gestione nel ciclo di vita di un modello (dalla fase di ideazione, sviluppo e mantenimento, fino alla sua dismissione), affinché il rischio derivante, risulti in linea con le strategie e l'appetito di rischio approvato dal Consiglio di Amministrazione
- che le precedenti attività e i presidi previsti siano coerenti con la rilevanza del modello all'interno del *framework* di *Model Risk Management*.

Ad ogni funzione pertanto è assegnato un ruolo ben specifico sia nella definizione del *framework* di *Model Risk Management* sia nella gestione del ciclo di vita del singolo modello, e che potrà essere adattato in funzione della dimensione e della complessità della struttura organizzativa. Alcuni ruoli come il *Model Developer* o l'*IT Function*, risultano già consolidati nella loro gestione, mentre per altri ed in particolare il *Model Owner*, la Funzione di Convalida e la funzione di *Model Risk Management* si profila una revisione della loro rilevanza nella gestione.

Model Life Cycle and Roles

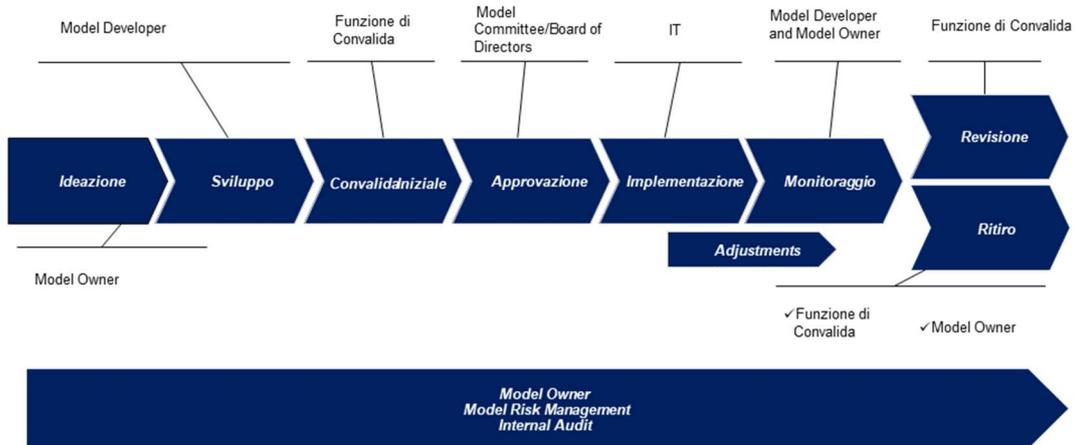


Figura 3.2 – Le strutture coinvolte nel framework MRM

Model Owner

Il ruolo del *Model Owner* rappresenta una figura centrale nella gestione dei modelli, in quanto rappresenta la “prima linea” quale reale “account” del modello intervenendo in modi diversi nel ciclo di vita. In particolare il *Model Owner*, anche per delega a funzioni a suo riporto, è colui che innesca il processo di gestione del modello attraverso la sua identificazione e censimento nell’inventario. Attraverso tale attività compilerà le informazioni di base che determineranno il suo perimetro di applicazione, la sua rilevanza e pertanto anche una diversa profondità nello svolgimento delle fasi successive di validazione e monitoraggio.

Nelle fasi che precedono lo sviluppo e la validazione ne garantirà l’adeguata progettazione, così come nella fase di implementazione e monitoraggio potrà intervenire con “*adjustment*” sia nella rilevanza del modello che nel suo affinamento grazie alle attività di verifica.

Infine durante tutto il periodo di utilizzo sovrintenderà al suo corretto funzionamento, all’adeguatezza del suo uso, ed al monitoraggio di primo livello.

Model Validation (convalida interna)

Il ruolo della funzione di Convalida avrà un perimetro di azione diversificato in funzione della fase di sviluppo del modello (prima validazione o revisione periodica) e della rilevanza del modello stesso. Infatti la validazione di modelli classificati come “meno rilevanti” potrà limitarsi alla revisione della documentazione tecnico/metodologica prodotta a supporto e delle risultanze degli *User Acceptance Test* (UAT) svolti.

Per contro, la validazione dei modelli considerati rilevanti dovrà essere una valutazione globale che copra ciascuno seguenti ambiti:

- Correttezza metodologica del modello;
- Utilizzo del modello rispetto a quanto indicato in fase di progettazione;
- Qualità dei dati utilizzati e gradi di automazione dei processi;
- Qualità e profondità del monitoraggio di primo livello.

La fase di “prima validazione” sarà disegnata quindi dalla funzione di Convalida, tenendo conto della rilevanza del modello stesso; il parere espresso ed il “voto” assegnato sarà coerente con il tipo di validazione prodotto.

Nel nuovo framework di gestione dei modelli, la funzione di Convalida non esaurisce la sua attività con la prima validazione, ma, sempre in funzione della rilevanza del modello, sarà chiamata ad esprimere una validazione di tipo “*recurrent*” per i modelli in uso. La finalità di tale validazione è la conferma del modello in essere o la necessità di eventuali *adjustment* e/o ricalibrazioni che ne garantiscano un funzionamento in linea con le attese. La frequenza e la profondità delle analisi saranno determinate sempre in funzione della rilevanza del modello.

Model Risk Management

La funzione *Model Risk Management* si colloca nell’ambito delle funzioni di controllo di secondo livello e svolge un ruolo di supervisione e supporto verso la prima linea (*Model Owner*) e di informazione verso gli organi di *Governance* a cui riporta in merito alla gestione globale del Rischio di Modello. Tale funzione, soprattutto nelle strutture organizzative complesse, svolge quel ruolo di “riordino e governo” nella gestione delle diverse fasi fungendo da collante e coordinatore “*super partes*” tra le diverse funzioni aziendali coinvolte. Alla stessa funzione è attribuita anche la validazione della rilevanza del modello.

Si tratta di una nuova funzione emergente, a cui sono assegnate sia funzioni di monitoraggio che funzioni di governo trasversale su tutti i modelli, che, per ruolo e collocazione, può essere un riferimento per la verifica del grado di maturità della gestione dei rischi di modello.

15. METODI DI MISURAZIONE DEL RISCHIO MODELLO E POSSIBILI APPROCCI DI QUANTIFICAZIONE

Cino, De Meo, Guarnieri, Minuti, Pecchini, Tacca, Trova

16. Premessa

Il crescente utilizzo di modelli quantitativi nei diversi ambiti di applicazione in finanza ha portato a considerare il rischio modello non più come un qualcosa di trascurabile, ma al contrario, come una dimensione di rischio degna di rappresentazione autonoma ed altrettanto degna di essere misurata, gestita e riportata agli Organi Aziendali in quanto potenzialmente non trascurabile.

In effetti, assunzioni inappropriate implicitamente incorporate in modelli relativi ad ambiti quali la *capital allocation*, il *pricing* di opzioni, piuttosto che il rischio di credito possono avere contribuito alle crisi finanziarie negli ultimi anni.

Alla luce di tali considerazioni, e conformemente ai **requisiti regolamentari**, risulta determinante per gli operatori dell'industria finanziaria, sempre più basata **sull'utilizzo di modelli aventi natura matematico-statistica**, poter contare su di un affidabile e **solido framework generale di valutazione e gestione del rischio modello, basato anche su approcci teorici**. Nell'ambito del presente capitolo vengono brevemente descritti alcuni di questi approcci teorici, che per esigenze di sintesi sono stati selezionati tra i più comunemente noti. Una trattazione più esaustiva e corredata di esempi di applicazione potrà essere oggetto di contributi futuri.

17. Valutazione del Rischio Modello

La valutazione del rischio modello è il processo finalizzato a misurare la gravità del rischio modello, sulla base di una metodologia qualitativa e/o quantitativa predefinita, che tiene conto sia della numerosità e gravità delle debolezze del modello e sia dell'efficacia di eventuali azioni di mitigazione del rischio, lungo tutto il ciclo di vita del modello.

Il tipo di metodologia adottata per valutare il rischio modello dipende, principalmente, dalla maturità del *framework* di *Model Risk Management* in uso nell'Istituzione Finanziaria, dalla dimensione/complessità organizzativa dell'Istituzione Finanziaria e dalla numerosità e tipologia dei modelli utilizzati. In un contesto dove le soluzioni di *Model Risk Management* potrebbero non aver ancora raggiunto un grado di maturità paragonabile a quello degli altri rischi, con un approccio di quantificazione costituito da metodologie robuste e da soglie e limiti di *risk appetite*, *tolerance* e *capacity*, la prassi più diffusa è l'adozione di un approccio prevalentemente qualitativo, supportato da un reporting di *Model Risk* sintetico, basato sulla costruzione di indici di sintesi.

Indipendentemente dal tipo di metodologia adottata, l'obiettivo primario della valutazione del rischio modello è garantire una gestione robusta del rischio modello,

anche attraverso una rappresentazione sintetica ed olistica agli Organi Aziendali di tale rischio.

Il risultato della valutazione del rischio modello consiste in uno **score di rischio modello**, che esprime la misura di rischio sintetica attribuibile a ciascun modello.

Tale score combina generalmente elementi di valutazione di tipo qualitativo e quantitativo e si basa su differenti approcci di quantificazione, anche di tipo teorico, che verranno trattati nei paragrafi di questo capitolo.

In generale, lo score di rischio modello si può ottenere come combinazione tra fattori di *inherent risk* e fattori di mitigazione, come descritti nel seguito del paragrafo, e va correlato alla materialità del modello (generalmente quantificabile sulla base del portafoglio di applicazione e/o di *RWA/Economic Capital*).

- Tra i **fattori di *inherent risk*** sono ricompresi, ad esempio:
 - basi dati e relative caratteristiche (volumetria, presenza di *missing*, profondità storica ecc.), assunzioni sottostanti alla specificazione del modello, metodologie di stima adottate, presenza di moduli intermedi, risultati dei diagnostici che derivano dal processo di applicazione delle assunzioni e delle specifiche ai dati disponibili;
 - altri fattori di *rischio modello* (incertezza, complessità e conformità ai requisiti regolamentari) per le varie fonti di rischio (anche in base al giudizio espresso dalla Funzione di Convalida, tenendo conto anche della vetustà di tale giudizio, della copertura e granularità della convalida e dei giudizi espressi su modelli di input al fine di valutare le interrelazioni tra modelli). I fattori di rischio possono essere valutati specificatamente in riferimento sia alle singole componenti di un modello (ad esempio dati, *model design*, processi/*governance* e utilizzo) e sia alle diverse fasi del ciclo di vita di un modello (ad esempio sviluppo, implementazione/IT systems, manutenzione/calibrazione).

Eventuali giudizi (negativi)/raccomandazioni/obbligazioni risultanti da attività della Funzione di revisione esterna e/o della Sorveglianza sono considerati come ulteriori elementi di rischio.

Quanto più le metodologie utilizzate dalla seconda e terza linea di difesa sono coordinate, tanto più la combinazione dei fattori di rischio specifici e dei fattori ulteriori fornisce un risultato coerente con la reportistica interna regolamentare.

- Tra i **fattori di mitigazione** sono da considerare, in particolare, le attività di *maintenance* sui modelli, le azioni mitiganti poste in essere per indirizzare le anomalie individuate, i controlli di Convalida e di Audit, oltre ai controlli di secondo livello dedicati ed altri processi decisionali e derogatori. Questi potrebbero essere legati anche ad alcune *practices* come ad esempio l'esercizio

di deroghe nei processi decisionali qualora le Funzioni Operative non si ritrovino nei risultati messi a disposizione. Le *mitigations* possono essere specifiche per tipologia di modello, ad esempio per i modelli di valutazione dei rischi di Pillar II la mitigazione può essere ottenuta anche tramite:

- confronto dei risultati di *benchmarking* nella definizione del modello,
- introduzione nella stima dei parametri del modello di soddisfacenti livelli di conservatività (applicazione di un quantile estremo, introduzione di un vincolo regolamentare),
- risultati delle attività di *back testing* e di *stress testing* (la verifica della capacità predittiva del modello o in condizioni avverse, di stress) nella definizione del modello.

Le azioni mitiganti vengono valutate in base alla loro efficacia, sia in termini di esecuzione che di tempestività, e considerando lo stadio di vita di ciascun modello e la maturità dei sistemi di *governance modelli* in atto nell'Istituzione Finanziaria. La qualità della mitigazione viene di solito misurata attraverso un "*indice di efficacia*" attribuito a ciascuna azione correttiva e la valutazione delle azioni mitiganti è ottenuta come una misura ponderata dell'efficacia di ogni mitigazione.

Per quanto riguarda il **processo di valutazione**, la responsabilità di valutare i diversi fattori di rischio è in primo luogo in capo al *Model Owner*, che nella prassi è solitamente chiamato ad esprimersi attraverso questionari di *self assessment* sottoposti a controlli successivi:

- controlli della Convalida Interna: validazione iniziale e periodica del modello, rilascio di *finding* e raccomandazioni, realizzazione di follow up periodici;
- controlli di secondo livello: verifiche afferenti alla corretta applicazione del modello ai processi operativi condotti da Funzioni dedicate;
- revisione della Funzione Internal Audit: realizzazione di audit sul modello con relativo rilascio di *opinion*, raccomandazioni e relativo monitoraggio.

La Funzione di *Model Risk Management* certifica l'esito del *self assessment* sulla base delle evidenze risultanti dai controlli effettuati, come sopra descritti. Il questionario di *self assessment*, descritto in dettaglio nel seguito del paragrafo, può essere più o meno esteso anche in base alla frequenza e scopo delle attività di Convalida Interna (ad esempio, se la funzione di Convalida esegue validazioni con periodicità frequenti e su tutte le componenti rilevanti di ciascun modello (modello/ dati/ IT/ processi/ governance), la valutazione del *model risk* può essere basata principalmente sugli esiti delle validazioni e completata dall'esito del *self assessment* sulle aree eventualmente non coperte dalle attività di Convalida).

In particolare, la finalità del *self assessment* è di creare consapevolezza direttamente tra gli attori coinvolti nel *framework* di *Model Management* in merito alle aree di maggior criticità di un modello e del suo processo di gestione, valutandone la rischiosità potenziale. Finalità che si raggiunge anche attraverso la condivisione delle attività di convalida ove presenti con frequenza e copertura adeguate. Questa attività consentirà di comprendere quali fasi del *Model Management Process* siano maggiormente esposte a rischi, mediante l'analisi dei principali elementi che lo costituiscono, e condurrà anche alla definizione di un patrimonio informativo essenziale per individuare le aree aziendali trasversali e comuni a tutti i modelli caratterizzate da maggiori carenze (e.g. dati, sistemi informativi, meccanismi di controllo etc.), favorendo la diffusione di una cultura del rischio a tutta l'organizzazione che renda le funzioni aziendali maggiormente consapevoli circa l'esposizione al rischio modello e alle sue possibili conseguenze economiche e reputazionali.

Considerando infatti il rischio modello come la possibilità che si verifichino conseguenze avverse derivanti da un utilizzo improprio o errato dei modelli, oltre che errori nello sviluppo ed implementazione degli stessi, emerge che la sua misurazione ed il suo monitoraggio debbano focalizzarsi anche sull'analisi dell'adeguatezza dei processi di *Model Management*, che se adeguatamente costruiti ed agiti rappresentano uno strumento importante di mitigazione del rischio.

Come risultato del processo di valutazione, lo **score di model risk** è la misura che esprime sinteticamente il rischio associato a ciascun modello e può essere definito come il valore "netto" risultante dalla valutazione dei rischi specifici ed ulteriori, ridotta per effetto delle mitigazioni. Viene solitamente espresso in categorie di rischio modello, la cui numerosità deve essere tale da assicurare una **rappresentazione sintetica della distribuzione dei modelli in termini di model risk**. In tale ambito, lo *score di model risk* diventa fondamentale per l'Istituzione Finanziaria al fine di **orientare il presidio complessivo sui modelli e le strategie di gestione correlate**.

La metodologia di valutazione del rischio modello, sopra brevemente descritta, è applicabile alle varie tipologie di modello, con un grado di complessità dipendente dalle caratteristiche dell'Istituzione finanziaria ed in particolare dalla tipologia e maturità del ciclo di vita dei modelli in uso, oltre che dal *coverage* (sia in termini di frequenza e sia di componenti dei modelli) da parte della Funzione di Convalida. Ad esempio, anche in relazione al grado di copertura su tutti i modelli/tutte le componenti di modello da parte della Funzione di Convalida, una proposta a complemento di misure quantitative di primo o di secondo pilastro, poi trattate nel capitolo seguente, consiste nell'**adozione di un algoritmo decisionale** di tipo esperto che combina una lista di **Aree** (ad esempio, **fattori di inherent risk, mitigants, materialità**), suddivise ulteriormente in **sub-Aree** dove ad ogni elemento di ciascuna sub-Area è associato un **giudizio** (ad

esempio da 1 a 5 **in misura crescente del rischio**) attribuito dal Model Owner e rivisto dalle Funzioni di Controllo, in base al processo di valutazione sopra descritto.

Ad ogni sub-Area viene quindi associato un peso in funzione dell'importanza assunta nell'Area di competenza e quindi ad ogni Area una corrispondente ponderazione a seconda della rilevanza della stessa all'interno della valutazione del rischio modello. Quindi, il punteggio finale deriva da una aggregazione successiva di punteggi via medie ponderate successive. Infine, il **punteggio finale viene clusterizzato in classi di rischio modello, in modo esperienziale e sulla base di una valutazione fondata sull'esito dell'applicazione dell'algoritmo decisionale** ai modelli in uso.

Lo score di model risk assegnato può essere poi collegato ad un processo decisionale, al fine di indirizzare le strategie di gestione dei modelli, lungo l'intero ciclo di vita, e massimizzare il presidio complessivo dell'Istituzione finanziaria in termini di *model governance*, come esemplificato nella tabella sottostante:

Score di Model Risk	Strategie di gestione del modello (esempi)
Alto/ Medio Alto	Valutazione da parte degli Organi Aziendali in merito all'applicazione di <i>buffer</i> o di altri <i>mitigants</i> (espressi ad esempio mediante attribuzione di deroghe decisionali)/interventi di <i>model maintenance</i> (inclusa la dismissione)/ecc.
Medio	Rafforzamento dei processi di monitoraggio in termini di frequenza e tipologie di analisi/rafforzamento della <i>risk culture</i> /ecc.
Basso	Nessuna azione

Figura 4.1 - Esempio di strategie di gestione del modello in base allo score di model risk

Si riporta di seguito un **esempio del processo di valutazione del rischio modello** sopra descritto, con focus sul **self assessment** da parte del *model owner*. Tale impostazione è, nella prassi, il punto di partenza per impostare un approccio di valutazione del *model risk* e risulta, quindi, ampiamente utilizzato.

Il *self assessment* è basato su aree tematiche, corrispondenti a fattori di rischio, con specifiche domande, la cui compilazione spetta all'*owner* del modello. Tuttavia, al fine di mitigare la possibile discrezionalità insita in un questionario qualitativo ed eventuali giudizi esperti richiesti, è possibile prevedere quesiti, a cui saranno chiamati a rispondere sia le funzioni di controllo, che hanno svolto analisi e verifiche sul modello, che l'*owner* dello stesso, mediando le risposte fornite. Ad ogni domanda va assegnato un punteggio, al fine di giungere ad una valutazione di sintesi per ogni area. La ponderazione dei punteggi consentirà, quindi, la costruzione di un indice di sintesi

riassuntivo della bontà dei processi di gestione del modello (*Model Management Index*).

Le possibili aree da sottoporre a *self assessment* per ciascun modello sono, ad esempio:

Aree di self assessment	Descrizione e finalità del <i>self assessment</i>
Dati	Valutare l'adeguatezza della gestione delle basi dati, mediante la verifica della qualità dei dati in <i>input</i> al modello, dei suoi <i>output</i> , oltre che la presenza di controlli di <i>data quality</i> disegnati per individuare le potenziali carenze ed indirizzare azioni correttive, per garantire l'integrità delle basi dati
Architettura e sistemi IT	Valutare l'adeguatezza dell'infrastruttura informatica utilizzata per lo sviluppo e l'applicazione del modello ed i presidi attivati per garantirne l'integrità e la robustezza. Ad esempio lo sviluppo di un modello su applicativi <i>Office Based</i> potrebbe prevedere standard di sicurezza minori ed essere affetto da maggiori errori operativi nelle fasi di gestione del modello, rispetto a soluzioni basate su linguaggi di programmazione evoluti, il cui codice può essere affidato in gestione a strutture IT, che ne garantiscano l'integrità e l'automazione.
Documentazione	Valutare la presenza e la qualità della documentazione descrittiva del modello e la sua aderenza alle linee guida definite internamente all'organizzazione (anche in relazione alla materialità e complessità del modello) e la idoneità della stessa a garantire la comprensione delle logiche di funzionamento del modello, la complessità, le assunzioni sottostanti al processo di stima, il perimetro di applicazione e tutte le informazioni idonee a permetterne la replicabilità.
Model Governance	Valutare attentamente i processi di <i>governance</i> dei modelli, intesi come l'insieme di attività finalizzate a garantire al <i>Board</i> ed al <i>Senior Management</i> la comprensione delle sue caratteristiche e delle complessità insite in esso, oltre che un utilizzo dello stesso coerente per gli scopi per i quali è stato creato e la presenza di adeguati processi di monitoraggio e manutenzione dello stesso.
Controlli	Valutare la presenza e l'efficacia delle attività di controllo e verifica sul modello, volte ad individuarne potenziali carenze ed indirizzare i correttivi necessari per prevenire le conseguenze negative che potrebbero manifestarsi a causa dell'utilizzo del modello. Si tratta ad esempio dei controlli che vengono tipicamente svolti sia dalle funzioni di controllo interne all'organizzazione, ma anche dalle autorità di vigilanza, tramite <i>on site inspection</i> specifiche o mediante altri processi di supervisory review.

Figura 4.2 - Esempio di aree da sottoporre a *self assessment*

Una volta definiti i contenuti del questionario è opportuno individuare i punteggi da attribuire ad ogni domanda ed una scala di valutazione per ogni area di indagine, al fine di giungere ad una **auto-valutazione di sintesi sul modello**, che rispecchi le potenziali criticità del modello analizzato in ciascuna di esse e da integrare con eventuali misure

quantitative di *Model Risk* per arrivare poi alla definizione dello score di rischio modello. Questa tipologia di indicatore costituisce un importante elemento, da poter utilizzare all'interno dei processi di *reporting* per comunicare le aree del *model management* caratterizzate da maggiori problematiche, sia a livello di singolo modello, che a livello di area aziendale, tipologia di modelli, o intera organizzazione.

Modello PD Retail - Credit Risk					
Dati di input	Dati di output	Infrastruttura IT	Documentazione	Model Governance	Model Controls
Rischio Medio Alto	Rischio Basso	Rischio Medio Basso	Rischio Alto	Rischio Medio Alto	Rischio Medio Basso

Figura 4.3 - Esempio di esito del self assessment per singolo modello

Una volta ottenuti i punteggi “parziali” di ogni area di indagine del questionario di *self assessment*, è possibile costruire un **indice riepilogativo di Model Risk**, che sintetizzi tramite un singolo valore numerico la bontà dei processi di gestione del modello, posti in essere dall'organizzazione. In particolare l'intento è quello di poter rappresentare anche il grado di mitigazione del *model risk*, raggiunto mediante l'adozione di pratiche di corretta ed efficiente gestione dei modelli, che prevedono ad esempio l'adeguato monitoraggio dei dati in input ed output, la presenza di documentazione completa, aggiornata ed esaustiva, o di robusti processi di controllo e reporting relativi al modello.

Al fine di giungere alla costruzione dello **score di rischio modello** è necessario tenere congiuntamente in considerazione le diverse aree di valutazione, insieme a eventuali misure quantitative di model risk, per esempio attribuendo ad ogni area di indagine una ponderazione, che sia in grado di rappresentare l'importanza che i processi in essa sintetizzati possono avere nel mitigare il rischio modello.

L'indice di *Model Management* potrà ad esempio essere costruito come media ponderata degli *score* parziali di area, ottenendo un valore compreso tra 0 e 1.

$$MMI = Media (a * w_a; b * w_b; c * w_c; d * w_d; e * w_e; f * w_f) = [0 - 1]$$

L'indicatore così costruito può essere associato ad una scala di valutazione, finalizzata ad esprimerne in maniera qualitativa i risultati ottenuti e consentire ai destinatari dei *report* in cui verrà incluso di comprendere la bontà delle prassi di gestione dei modelli adottate all'interno dell'organizzazione e le effettive azioni di mitigazione poste in essere per ridurre le conseguenze potenziali del *model risk*.

Infine, con l'obiettivo di fornire una visione sintetica e completa sui modelli, l'indice di *Model Management* può essere combinato con la metrica adottata per esprimere la materialità dei modelli inclusi nel *Model Inventory*, ottenendo una rappresentazione di sintesi riferita sia alla rilevanza dei modelli, che all'adeguatezza delle prassi di *Model Management* all'interno dell'istituto.

Materialità del modello	MMI			
	Rischio Alto	Rischio Medio Alto	Rischio Medio Basso	Rischio Basso
<i>Tier 1</i>	Red	Red	Yellow	Light Green
<i>Tier 2</i>	Red	Yellow	Light Green	Light Green
<i>Tier 3</i>	Red	Yellow	Light Green	Green
<i>Tier 4</i>	Yellow	Light Green	Green	Green

Figura 4.4 - Esempio di combinazione materialità e MMI

18. Approcci in uso per la quantificazione del rischio modello

Il rischio modello va considerato come parte integrante della valutazione di specifici rischi ai fini della valutazione dell'adeguatezza di capitale, quindi la quantificazione del rischio modello può essere ricondotta ai diversi approcci metodologici, specifici per tipo di modello e di rischio, in conformità ai requisiti regolamentari³¹. Ed in effetti nella prassi le istituzioni finanziarie adottano comunemente i seguenti approcci:

- *Margin of Conservatism* per i modelli IRB;
- *add-on* su RWA per il *Market Risk*;
- *add-on* per i *behavioral models*;
- *Additional Valuation Adjustments* e *Model Risk Reserves* per i modelli di *pricing*.

Tali approcci metodologici possono, perciò, essere ritenuti complementari all'adozione di un *framework* di *Model Risk Management* e sufficienti a gestire anche il rischio modello.

³¹ SREP Guidelines: "should consider model risk as part of the assessment of specific risks to capital (e.g. IRB model deficiency is considered as part of the credit risk assessment) and for the capital adequacy assessment. In particular for IRB models, the expected range of estimation errors should be reflected in the margin of conservatism of the model, in accordance with article 179(1)(f) of the CRR". Article 85(1) of CRD IV refers to model risk in operational risk

In particolare, per quanto riguarda i **modelli di credito IRB**, il rischio modello viene considerato come parte della valutazione del rischio di credito e corrisponde alla quantificazione in termini di “*margin of conservatism*” o di “*capital cushion/ buffer*”.

L’approccio “*margin of conservatism*” consiste in un metodo quantitativo che determina una stima più conservativa del parametro utilizzato per i modelli di rischio di credito di Pilastro I sulla base della categorizzazione delle carenze, secondo i requisiti regolamentari [EBA/GL/2017/16]:

- Il MoC della categoria A quantifica tutte le carenze derivanti da dati/ problemi metodologici;
- Il MoC della Categoria B quantifica le carenze derivanti da cambiamenti nei processi rilevanti/sistemi esterni che non possono essere corretti da appropriati aggiustamenti;
- Il MoC della Categoria C quantifica l’errore generalizzato di stima.

Per quanto riguarda invece i **modelli di Pilastro II**, viene comunemente adottato l’approccio del “*capital cushion*”, cioè una *scorecard* qualitativa, che determina un capitale economico aggiuntivo per i modelli di Pilastro II attraverso una percentuale di capitale economico totale [EBA/GL/2014/13]. L’inaccuratezza del modello è rappresentata in una scala di valori che possono variare all’interno di un range predefinito.

Un ulteriore impatto sui processi di allocazione del capitale è costituito dall’inclusione del “rischio modello” nel **Risk Appetite** cioè tra i principali rischi dell’Istituzione Finanziaria. Ciò avviene principalmente tramite il *Risk Appetite Statement*, che indica il livello di “rischio modello” che l’Istituzione Finanziaria intende assumere attraverso una robusto framework di *Model Risk Management*.

19. Approcci teorici alla misurazione del rischio modello

L’evolversi dell’industria finanziaria e degli Enti che ne regolano il funzionamento ha recentemente indotto, in particolare nel corso dell’ultimo decennio, anche il **mondo accademico** a sviluppare **teorie e metodologie di misurazione del rischio modello**, che acquisiscono crescente importanza, soprattutto in considerazione dell’evoluzione del sistema finanziario verso un uso sempre più pervasivo di **modelli complessi basati su grandi quantità di dati e di tecniche di *machine learning*** applicate al *model development* e *model validation*.

Questo paragrafo fornisce una panoramica su come il mondo accademico stia affrontando il tema della **misurazione del rischio modello sul piano teorico**, numerico ed empirico, con particolare riferimento a errori di *model design* e di implementazione e ad errori di applicazione del modello. Inoltre, fornisce **esempi di approcci teorici applicati al rischio di mercato e al rischio di credito**, oltre che per la **definizione del modello benchmark**.

In termini generali il “Rischio Modello” può essere sintetizzato come l’incertezza sul processo generatore dei dati (Danielsson et al 2016).

Nell’ambito delle applicazioni finanziarie, è possibile identificare due fonti del Rischio Modello (Hull e Suo, 2011):

1. l’incertezza di modello, intesa come validità del modello teorico e della specificazione empirica;
2. l’incertezza di parametro, derivante dai potenziali errori di stima.

E’ oramai opinione accettata che una teoria generale (che, forse, non ha ancora pienamente visto la luce) dovrebbe risultare applicabile alla misurazione del rischio modello che origina relativamente ad una vasta varietà di contesti applicativi, siano essi *path-independent* o *path-dependent* (nel quale ultimo caso, si dovranno tipicamente utilizzare metodologie basate sul calcolo funzionale di *Ito*).

Tale linea di pensiero è quindi compendiata dall’osservazione che una teoria generale potrà dirsi tale se posta in grado anche di coprire la misurazione di perdite potenziali sotto modelli alternativi, in modo non-parametrico.

Ne deriva di conseguenza il pensiero che il rischio modello non debba semplicemente essere misurato stressando i valori dei parametri che lo caratterizzano, o valutando un modello parametrico alternativo, quanto piuttosto tenendo in debita considerazione lo spazio dei modelli definito da opportune misure di probabilità.

La chiave di lettura per la definizione del citato *framework* generale potrà quindi essere identificata nell’imposizione di un vincolo sulle misure di probabilità eligibili al fine dichiarato di misurare il rischio di un set di modelli, per tale via ottenendo un set di misure non-parametriche, basate su un qualche genere di distanza statistica o di divergenza, aprendo la via alla formulazione del problema come di un problema di controllo ottimo robusto, già oggetto di ampi ambiti applicativi in finanza ed economia.

A dispetto dell’importanza dell’argomento, tra i *practitioner* e gli accademici non è ancora consolidata una definizione univoca di come il rischio modello debba essere definito.

In particolare, di base la teoria accademica ha sviluppato due differenti, e per certi aspetti estreme, nozioni di rischio modello.

Da un lato, una definizione più orientata ai risvolti pratici dell'utilizzo di strumenti quantitativi, non solo in ambito finanziario, identifica il rischio modello con tutto ciò che, in diversa misura, si relaziona all'utilizzo di un modello statistico per rappresentare o misurare un fenomeno.

Ciò include dati distorti, errate implementazioni, errate scelte dei valori iniziali dai quali derivare traiettorie di stima, al pari di una eventuale errata applicazione del modello statistico stesso. Estremizzando, gli stessi comportamenti, preferenze e capacità del *model developer* sono percepite come parte integrante del rischio modello.

Da altro punto di vista (Kerkhof et al., 2002), una definizione più strettamente matematica ed orientata al profilo della ricerca scientifica, che pur permettendo una lettura più generale del rischio modello meno si adatta ad una dimensione di applicazione pratica, vede il modello statistico come espressione di uno spazio di probabilità capace di contenere tutte le informazioni necessarie relative al modello stesso. Ma questo significherebbe che tale spazio dovrebbe essere in grado di includere tutti i sottospazi parametrici associati a ciascun parametro che entra nel modello, al pari di un'adeguata specificazione del modello stesso (onde evitare problemi di identificazione). Dalla complessità di tale teoria generale, si può facilmente dedurre come essa sia scarsamente declinabile in numerose applicazioni pratiche, ed in particolare in tutte quelle più complesse ed economicamente più rilevanti.

Volendo procedere ad individuare ed elencare le fonti del rischio modello, in linea con quanto in (Kerkhof et al., 2002) che specifica il modello attraverso il proprio spazio di probabilità, possiamo procedere ad assumere un modello statistico come basato sull'utilizzo di un vettore di osservazioni x_t contenente tutte le variabili rilevanti per il fenomeno oggetto di analisi, osservate al generico tempo t .

Dato $X_{t-1} = (x_{t-1}, \dots, x_1)$, la densità di probabilità congiunta (o verosimiglianza) di X_t potrà essere scritta come

$$\prod_t \mathcal{L}(x_t | X_{t-1}; \theta)$$

Ma questo apre la via all'osservazione che la concreta specificazione del modello contiene al proprio interno quattro passi fondamentali:

1. marginalizzazione del *data generating process*;
2. specificazione del modello con riferimento alla scelta delle variabili;
3. specificazione del modello con riferimento alla forma funzionale e distributiva;
4. stima dei parametri.

Ragioni di malfunzionamento del modello possono quindi sorgere a causa di:

1. cambiamenti nei veri ed ignoti valori dei parametri;
2. errata specificazione del modello;
3. incertezza delle stime;
4. errori di misurazione delle variabili;
5. incertezza circa le condizioni iniziali (i.e. x_0) del modello/processo;
6. incertezza circa la variabili non modellate;
7. scorretta classificazione di variabili esplicative come esogene;
8. assenza di invarianza a shock esogeni per le variabili esogene;
9. accumulazione temporale e spaziale di errori.

Il riconoscimento di tali possibili fonti di errore rende la nozione, apparentemente astratta, di *rischio modello* rappresentata dalla **formalizzazione matematica** riportata in (Kerkhof et al., 2002), utilizzabile nel contesto di un approccio più applicativo dal punto di vista statistico, al punto di pervenire ad una **possibile associazione tra fasi di sviluppo del modello e possibili errori che ne possono influenzare la rischiosità di utilizzo**, come meglio identificato nella seguente tabella (Tabella 1):

Tabella 1

Componente di Rischio Modello	Categorie di Rischio	Step di Riferimento nella Costruzione del Modello
Modellizzazione e Specificazione	• errori nella soluzione analitica	3
	• errata specificazione del processo stocastico sottostante	1
	• fattori di rischio non modellati	2
	• fattori non considerati	2
	• errata classificazione o specificazione dell'oggetto sottostante	2, 3
	• mutamento delle condizioni di contesto	1, 2, 3
	• lunghezza del periodo campionario	1
Stima	• errori nelle variabili	2
	• tecniche di stima alternative	4
	• errori di stima	4
	• presenza di <i>outlier</i>	2, 4
	• intervalli di stima	4

	<ul style="list-style-type: none"> • calibrazione e revisione dei parametri stimati 	4
--	--	---

Come evidenziato in Tabella 1, un approccio di implementazione pratica della teoria proposta in (Kerkhof et al., 2002), tende ad enfatizzare due aspetti centrali della costruzione di un modello statistico per il risk management, che in quanto tali possono impattare in misura significativa il rischio modello: da un lato la scelta dell'adeguata forma funzionale, o architettura di modello, dall'altro l'utilizzo dei dati finalizzati alla stima dei parametri.

Una distanza tra l'output del modello e quanto osservato nella realtà, deve essere ritenuta lo specchio dell'incapacità della struttura di modello di rappresentare adeguatamente i dati, mentre gli errori di stima si rifletteranno in incorrette attribuzioni di valore ai parametri che indicizzano il modello.

Vari approcci sono stati proposti in letteratura per misurare tali impatti e riunirli *ad unicum* in una misura di *model risk*, e quasi tutti hanno dovuto confrontarsi con il tema che detta misurazione implica tipicamente il confronto tra modelli alternativi.

Ai fini della specificazione e misurazione del rischio modello dovremo confrontare il modello candidato con un altro modello supposto accurato nella fase di misurazione del rischio oggetto di analisi. Sfortunatamente, modelli accurati sono piuttosto difficili da specificare e da identificare nello spazio dei modelli, e poiché non sempre si riuscirà in tale intento, più spesso ci si dovrà basare sull'utilizzo di un **modello benchmark** che fornisca una buona approssimazione dei dati oggetto di analisi. Ma da questo punto di vista sorge un problema altrettanto serio: come scegliere tale modello *benchmark*?

Posta la non immediata soluzione del problema di identificazione di detta struttura formale, rimane il fatto che l'idea che da esso emana è tale da rendere la quantificazione del rischio modello strettamente connessa all'incertezza di modello, che in ottica *bayesiana* porta alla definizione della stima media come migliore approssimazione (*benchmark*) *ex-post*, piuttosto che risultare altrettanto strettamente connessa ai concetti propri della statistica robusta (e dell'ottimizzazione robusta, e.g. *worst-case optimization*), dove l'influenza di dati di scarsa qualità sulla natura e sul valore assunto da uno stimatore o test statistico è adeguatamente considerata.

20. Un approccio alla definizione del modello benchmark: l'approccio bayesiano

Si supponga che lo spazio Ω includa tutti i K modelli candidati a misurare una data tipologia di rischio.

In questo caso, le seguenti assunzioni *a-priori* si rendono necessarie per misurare il rischio di riferimento: le ipotesi relative ai parametri del modello (θ) e le ipotesi relative

alla probabilità \mathbb{P} per ciascun elemento di Ω di essere il vero modello che sottende alla generazione dei dati che possono essere osservati.

In questo caso, l'approccio *bayesiano* consente pertanto di considerare nella misurazione del rischio sia l'incertezza relativa alla specificazione del modello (incertezza di modello), sia l'incertezza in merito alla quantificazione dei parametri (incertezza di parametro). In base al cosiddetto approccio di *Bayesian Model Averaging* (BMA), la valutazione del rischio potrà essere quindi essere effettuata considerando la distribuzione di probabilità relativa all'intero spazio di K modelli candidati, in base al valore atteso di tutti i modelli candidati.

Nel contesto della definizione di una misura di Rischio Modello, ed in particolare della fase di definizione del modello *benchmark*, questo significherà assumere di calcolare il rischio di riferimento attraverso diversi approcci (e.g. nel caso del rischio di mercato, la misura di VaR attraverso simulazione storica, simulazione stocastica, approccio parametrico varianza-covarianza, ecc.) e quindi mediare le misure derivate (e.g. assumere come *output* del modello ideale la media dei VaR calcolati).

Formalmente, si supponga di voler valutare l'esposizione a un fattore di rischio Δ sulla base del campione di dati D e di uno spazio di K possibili modelli candidati $\Omega = \{M_\gamma\}_{\gamma=1}^K$. Nel caso, ad esempio, di modelli di regressione lineare basati su un insieme di q potenziali predittori, il numero di modelli candidati è pari a $K = 2^q$. In termini generali, il BMA consente di effettuare inferenza in presenza di incertezza di modello mediante l'applicazione del teorema di Bayes:

$$p(\Delta|D) = \sum_{\gamma=1}^K p(\Delta |D, M_\gamma)p(M_\gamma|D)$$

dove $p(\Delta |D, M_\gamma)$ è la probabilità *a posteriori* di Δ , condizionata alla validità del modello M_γ , e $p(M_\gamma|D)$ è la probabilità *a posteriori* che il modello M_γ rappresenti correttamente il processo generatore di Δ . La probabilità *a posteriori* del singolo modello M_γ , che rappresenta il peso da assegnare al modello nel calcolo del valore atteso del rischio, è data da

$$p(M_\gamma|D) \propto p(D|M_\gamma)p(M_\gamma)$$

dove $p(M_\gamma)$ è la probabilità *a priori* di validità del modello M_γ ,

$$p(D|M_\gamma) = \int p(D|\theta_\gamma, M_\gamma)p(\theta_\gamma|M_\gamma)d\theta_\gamma$$

e $p(\theta_\gamma|M_\gamma)$ è la probabilità *a posteriori* dei parametri θ_γ relativi al modello M_γ .

I punti di forza di tale approccio possono essere, in particolare, identificati nella capacità predittiva media e nella stabilità delle stime risultanti (per il principio di applicazione della media campionaria di osservazioni indipendenti, esse tendono a comprimere per costruzione il livello di incertezza attorno alla stima del rischio che si vuole andare a misurare). Da altro punto di vista, la sua difficoltà di implementazione tende a risiedere (soprattutto per le applicazioni più complesse) nella difficoltà di definire le ipotesi *a-priori* – la distribuzione di probabilità a priori dei singoli modelli candidati e dei parametri ad essi associati – da cui derivano la stima della probabilità *a posteriori* di ciascun modello nello spazio Ω di essere il modello sottostante la generazione dei dati osservati.

21. Un approccio parametrico alla quantificazione del rischio modello: il confronto tra modelli

Il rischio modello può manifestarsi tanto a livello di parametri di modelli alternativi, quanto al livello di strutture di modelli alternativi.

A titolo esemplificativo: la calibrazione dei prezzi di opzioni tramite il modello di Black-Scholes induce tipicamente il ricorrere di ampi errori di calibrazione. Un modello alternativo basato sulla volatilità stocastica quale quello di Heston tipicamente riduce detto errore di calibrazione, ma d'altro canto presenta un numero maggiore di parametri da stimare o calibrare e si caratterizza per un minore potere predittivo.

Diversi insiemi di parametri o strutture numeriche creano lo spazio per l'insorgere o l'aggravarsi del rischio modello.

L'approccio basato sul confronto tra parametri di diversi modelli o diverse strutture di modello, viene ascritto all'ambito degli approcci parametrici alla quantificazione del rischio modello.

Procedendo allo sviluppo dell'approccio in un contesto generale (spesso si tende a calare lo stesso in un ambito tipico rappresentato dal rischio di mercato, che si caratterizza per un minore livello di complessità rispetto ad altri ambiti, e.g. rischio operativo o rischio di credito), possiamo osservare come un metodo relativamente semplice per gestire l'incertezza associata al modello consista nel pesare opportunamente diversi modelli alternativi e quindi (in ottica simile a quella

bayesiana descritta nella precedente sezione) procedere a calcolare la misura di rischio media derivante dall'applicazione di ciascuno di essi.

Da un punto di vista analitico, ci sono due modi diversi per integrare le misure di rischio associate al fenomeno che genera il rischio da valutare ed il rischio associato all'utilizzo del modello: l'integrazione rispetto al modello e l'integrazione rispetto al rischio.

Nel contesto dell'integrazione rispetto al modello, si procede ad applicare la misura media (di modello) P' in luogo della misura di riferimento P , dove

$$P' = \sum_{Q \in \mathcal{Q}} p(Q) Q$$

in cui Q rappresenta un insieme di misure di probabilità definite da possibili modelli probabilistici, mentre $p(Q)$ è il peso associato ad una particolare misura Q .

Nell'integrazione rispetto al rischio, la misura pesata del rischio è rappresentabile come

$$\rho(X) = \sum_{Q \in \mathcal{Q}} p(Q) \phi(\rho_Q(X))$$

in cui X rappresenta il sottostante del rischio da misurare (es. portafoglio del credito, portafoglio di mercato, ecc.) e ϕ rappresenta una forma funzionale idonea a sintetizzare la misura di tale rischio (ad esempio, nel caso del rischio di mercato è data da una funzione crescente e convessa, per gli investitori avversi al rischio) prodotta condizionalmente all'uso del modello Q .

Da un punto di vista pratico, si può pensare di separare le due misure (componente di rischio e rischio modello) e di concentrarsi sulle peggiori realizzazioni possibili (c.d. worst-case scenario) in luogo di quelle medie. In tal senso, sempre seguendo (Kerkhof et al., 2002) si può pensare di elaborare una misura di rischi differenziati, definita come

$$\mu(X) = \sup_{Q \in \mathcal{Q}} \rho_Q(X) - \rho_P(X)$$

in cui ρ è una misura del rischio, Q è il modello di riferimento e \mathcal{Q} è l'insieme dei modelli alternativi.

Ancora una volta (Kerkhof et al., 2010) propongono di combinare l'approccio teorico formulato con la considerazione che nella realtà operativa i *practitioner* possono decidere di valutare i rischi considerando modelli di diversa natura.

Da tale prospettiva, il rischio è quindi definito come una mappatura (Π) che assegna ad ogni modello $Q \in \mathcal{Q}$ una variabile casuale. Il set di tutte le possibili mappature è indicato con $\mathcal{X}(\mathcal{Q})$.

A questo punto, gli autori definiscono una misura di rischio multimodello come una mappatura che assegna ad ogni elemento di $\mathcal{X}(\mathcal{Q})$ una funzione da \mathcal{Q} ad \mathbb{R} definita come

$$\rho(\phi)(Q) := \rho(Q, \Pi(Q))$$

La misura di rischio multimodello così identificata è quindi una funzione definita su $\mathcal{X}(\mathcal{Q})$ e per calcolare il singolo numero rappresentante il rischio complessivo, possiamo calcolare il rischio associato al *worst-case* scenario considerando

$$RISK_{\rho, \mathcal{Q}} := \sup_{Q \in \mathcal{Q}} \rho(Q, \Pi(Q))$$

e tale rischio complessivo potrà a sua volta essere considerato come una componente di rischio modello sommata al rischio sottostante. Identificato con P un modello nominale ed il set di modelli cui esso appartiene con \mathcal{Q} (i.e. $P \in \mathcal{Q}$) potremo definire il rischio modello come

$$\phi_{\rho}(\Pi, P, \mathcal{Q}) = RISK_{\rho, \mathcal{Q}}(\Pi) - RISK_{\rho, P}(\Pi)$$

22. Una misura Model Risk derivante dall'incertezza di modello: il Risk Ratio

In un contributo recente, Danielsson et al. (2016) riprendono le intuizioni di Kerkhof et al. (2010) e propongono una misurazione del Rischio Modello intesa come divergenza tra le proiezioni di rischio fornite da diversi modelli candidati.

Si supponga di disporre di N diversi modelli candidati per valutare al tempo t la perdita potenziale nel periodo $t + 1$ su una data esposizione in base ad una data misura di rischio $\{Risk_{t+1}^n\}_{n=1}^N$. A scopo puramente esemplificativo, si pensi di disporre di N modelli di stima di un VaR su una data esposizione di mercato.

Il Rischio di Modello può essere definito come il rapporto tra la maggiore e la minore valutazione di Rischio, ovvero:

$$RR_{t,t+1} = \frac{\max(\{Risk_{t+1}^n\}_{n=1}^N)}{\min(\{Risk_{t+1}^n\}_{n=1}^N)}$$

Il Risk Ratio può assumere i seguenti valori:

1. se prossimo a 1, i diversi modelli candidati offrono risposte sufficientemente omogenee in termini di valutazione del rischio e pertanto il *Model Risk* può essere considerato relativamente contenuto;
2. se significativamente diverso da (superiore a) 1, i diversi modelli candidati offrono stime eterogenee e il *Model Risk* può essere considerato rilevante.

Il vantaggio di una tale misura di Rischio Modello sta nella sua semplicità di applicazione pratica. Il principale prerequisito perché rappresenti una stima affidabile di Rischio Modello risiede nella effettiva qualità dei diversi modelli candidati disponibili, in termini ad esempio di assenza di errori fondamentali di specificazione, stima e applicazione del singolo modello candidato.

In una applicazione empirica alla misurazione del Rischio di Mercato basata su alcuni differenti modelli VaR (simulazione storica e VaR parametrici), Danielsson et al (2016) mostrano come, negli ultimi 50 anni, il Rischio di Modello valutato in base al *Risk Ratio* sia risultato significativamente *state-dependent* e, in particolare, più elevato in corrispondenza degli episodi di *stress* finanziario (ovvero proprio quando le misure di rischio assumono un ruolo maggiormente strategico).

23. Un approccio non-parametrico alla quantificazione del rischio modello: la misura di entropia

In tempi più recenti (Glasserman e Xu, 2014) hanno proposto un framework teorico per quantificare il rischio modello attraverso la misurazione del livello di entropia relativa tra modelli.

Il principio da loro elaborato dimostra come, sottoponendo a vincolo il budget di entropia relativa sul livello ritenuto accettabile, ci si ponga in grado di derivare sia l'indicazione del modello associato al worst-case scenario, sia il suo rischio intrinseco.

Tale approccio, derivato dalla teoria dell'informazione, gode del beneficio di non essere *model specific*, in quanto non si identifica nella mera variazione dei valori assunti dai parametri del modello stesso; piuttosto, esso si propone di valutare l'impatto di tutti i modelli ammissibili, resi tali da un livello massimo di pseudo-distanza (o entropia relativa) ritenuta accettabile dal modello di riferimento.

A titolo esemplificativo, nella statistica *bayesiana*, l'entropia relativa tra le distribuzioni *a-priori* ed *a-posteriori* misura il guadagno associato all'informazione addizionale che si è acquisita attraverso l'osservazione di nuovi dati.

L'applicazione del concetto alla misurazione del rischio modello, ci permette di comprendere come l'entropia relativa misuri l'ammontare di informazione richiesta per preferire il "vero" modello rispetto a quello di riferimento: tanto più ampia sarà tale misura, tanto maggiore sarà l'informazione addizionale richiesta per giustificare l'abbandono del modello di riferimento.

Il rischio modello misurato tramite questo approccio può quindi essere letto come robusto, visto che costituisce parte della soluzione di un problema che vede l'applicazione del principio di ottimizzazione robusta, che cerca la soluzione ottima di un problema sotto l'ipotesi di incorrere nello scenario di rischio *worst-case*.

Confrontato con questo approccio, quello proposto nella sezione precedente (basato sull'utilizzo della misura di rischio multimodello), al pari di altre alternative, non può essere ritenuto altrettanto robusto, in quanto fortemente dipendente dalla selezione e definizione dello spazio dei modelli eligibili, spesso incapaci di includere al proprio interno la misurazione di rischio di *worst-case* e tali da indurre (potenzialmente significative) sottostime del rischio che il modello si pone originariamente l'obiettivo di misurare.

Da un punto di vista metodologico, l'approccio è basato sulla massimizzazione dei rischi sotto misure di probabilità alternative, ciascuna di esse essendo caratterizzata da un proprio rapporto di verosimiglianza (o derivata di Radon-Nikodym) con riferimento alla misura di riferimento.

L'obiettivo diviene, nella formulazione proposta in (Glasserman e Xu, 2014), individuare la derivata di Radon-Nikodym che permette di massimizzare il rischio, dato il vincolo di budget posto sul livello di entropia relativa.

Data la sua natura di ottimizzazione vincolata, tale problema si risolve attraverso il metodo dei moltiplicatori di Lagrange; in particolare, il rischio di *worst-case* subordinato ad un budget di entropia relativa pari a η è dato da

$$\sup_{m \in \mathcal{P}_\eta} E^{\tilde{P}}[V(X)]$$

in cui m è la derivata di Radon-Nikodym sotto una misura di probabilità alternativa \tilde{P} , rispetto a quella che caratterizza il modello di riferimento P :

$$m = \frac{d\tilde{P}}{dP}$$

\mathcal{P}_η rappresenta l'insieme di derivate di Radon-Nikodym le cui misure di probabilità corrispondenti sono vincolate dal budget di entropia relativa η , con riferimento alla misura di riferimento

$$\mathcal{P}_\eta = \left\{ \frac{d\tilde{P}}{dP} : E^{\tilde{P}} \left[\ln \left(\frac{d\tilde{P}}{dP} \right) \right] \leq \eta \right\}$$

Applicando un moltiplicatore di Lagrange pari ad $\frac{1}{\theta}$, questo si trasforma nel problema duale:

$$\inf_{\theta > 0} \sup_m E^P \left[m V(X) - \frac{1}{\theta} (m \ln(m) - \eta) \right]$$

il cui problema interno ($\sup_m [\cdot]$) ammette soluzione la seguente soluzione in forma chiusa:

$$m_\theta^* = \frac{\exp[\theta V(X)]}{E^P[\exp[\theta V(X)]]}$$

Il moltiplicatore di Lagrange (θ) può essere espresso attraverso una funzione del rischio che si intende misurare ($V(X)$), a sua volta rappresentato in termini di misura di entropia relativa) η :

$$\theta(\eta) = \arg \inf_{\theta > 0} \frac{\ln [E[\exp[\theta V]]]}{\theta} + \frac{\eta}{\theta}$$

In alternative, il budget di entropia relativa (η) può essere una funzione del moltiplicatore (θ):

$$\eta(\theta) = \frac{E[\theta V \exp[\theta V]]}{E[\exp[\theta V]]} - \ln(E[\exp[\theta V]]) = \theta \kappa'(\theta) - \kappa(\theta)$$

in cui $\kappa(\theta) = \ln(E[\exp[\theta V]])$ rappresenta la funzione generatrice dei cumulanti di $V(X)$.

Da un punto di vista pratico, la funzione $\eta(\theta)$ viene valutata in primis da un punto di vista numerico, per poi essere seguita da una ricerca (sempre per via numerica) di un valore di θ tale per cui $\eta(\theta)$ assuma esattamente il valore di budget.

Sempre (Glasserman e Xu, 2014) hanno dimostrato come la misura standard di entropia relativa funzioni solo nel caso in cui le code della distribuzione del rischio che si intende misurare, $V(X)$, sia esponenzialmente vincolata.

Per trattare il caso più generale di distribuzioni con code spesse (*heavy tailed*, i.e. capaci di ammettere anche casi di valori estremi dei rischi da misurare), è stato quindi

introdotto un insieme di misure di entropia relativa più generali, denominato α -divergenza, formalmente specificata come segue:

$$D_\alpha(m) = \frac{1 - E(m^\alpha)}{\alpha(1 - \alpha)}$$

in cui m è la derivata di Radon-Nikodym ed $\alpha \in (0, 1)$.

La misura standard di entropia relativa (anche Misura di Divergenza di Kullback-Leibler) si relaziona con la misura di α -divergenza nel modo seguente:

$$D_{KL}(m) = \lim_{\alpha \rightarrow 1^+} D_\alpha(m)$$

permettendo la generalizzazione dei risultati precedentemente esposti.

Misurazione della Varianza di Portafoglio

Si supponga che il modello di interesse sia volto alla misurazione del rischio di un portafoglio di *asset* finanziari.

Come noto, nelle usuali applicazioni, il rendimento casuale del portafoglio può essere rappresentato come aX in cui a rappresenta il vettore dei pesi associati ai singoli asset presenti nel portafoglio e X denota il vettore di rendimenti che tali asset generano.

La varianza di portafoglio, può quindi essere così espressa:

$$E[a'(X - \mu)(X - \mu)'a] := E[V(X)]$$

in cui μ rappresenta la media dei rendimenti generati dai singoli asset.

La varianza di portafoglio *worst-case*, subordinatamente al cambiamento di misura m può essere espressa come segue

$$\sup_{m \in \mathcal{P}_\eta} E[m V(X)] = \sup_{m \in \mathcal{P}_\eta} E[m a'(X - \mu)(X - \mu)'a]$$

Assunta per ipotesi che i rendimenti si distribuiscano secondo una legge normale multivariata, $X \sim \mathcal{N}(\mu, \Sigma)$, allora la misura di *worst-case* avrà una densità proporzionale a

$$\exp[\theta a'(x - \mu)(x - \mu)'a] \times \exp[-0.5 (x - \mu)'\Sigma^{-1}(x - \mu)]$$

Tale densità è ancora una legge normale multivariata, $X \sim \mathcal{N}(\mu, \tilde{\Sigma})$, solo caratterizzata da una diversa matrice di varianza e covarianza che (Glasserman e Xu, 2014) dimostrano essere pari a

$$\tilde{\Sigma} = (\Sigma^{-1} - 2\theta aa')^{-1}$$

La varianza di portafoglio *worst-case* sarà pertanto pari a

$$a' \tilde{\Sigma} a = a' \Sigma a + 2\theta(a' \Sigma a)^2 + O(\theta^2)$$

cioè incrementata di un termine quadratico rispetto alla varianza originale di portafoglio $a' \Sigma a$.

Misurazione del Rischio di Mercato

Si supponga che il modello di interesse sia volto alla misurazione del rischio di mercato associato ad un portafoglio di *asset* finanziari.

Come noto, nell'approccio standard, le misure di rischio di mercato (Value-at-Risk – VaR o Expected Shortfall – ES) sono misure di perdita estrema che modellano le prospettive variazioni di valore del portafoglio attraverso una modellizzazione parametrica o non-parametrica. Ma, in una più ampia valutazione complessiva, non si può prescindere dal considerare un livello addizionale di rischio associato al modello utilizzato nella fase di calcolo.

In analogia a quanto in (Rockafellar e Uryasev, 2002) si procede a quantificare il rischio modello associato al VaR, così definibile:

$$VaR_{\alpha} = \operatorname{arg\,inf}_b \frac{1}{1-\alpha} E[(X-b)^+] + b$$

in cui α rappresenta il livello di confidenza della misura di rischio e X rappresenta la variabile casuale identificativa di possibili perdite.

La coppia di equazioni sopra riportata ha una semplice interpretazione dal punto di vista probabilistico, dato che la derivata della quantità $-E[(X-a)^+]$ rispetto ad a restituisce la funzione di densità cumulata (cdf) di X . Per provarlo brevemente, si può immaginare $E[(X-a)^+]$ come il prezzo di una *call option* avente *strike price* a (assumendo, come nella realtà attuale, un tasso di interesse pari a 0). Ora, è ben noto che la derivata seconda del prezzo di una opzione calcolata rispetto allo *strike price* restituisce la funzione di densità di probabilità (pdf), e quindi la derivata prima di $-E[(X-a)^+]$ rispetto ad a restituirà la funzione di densità cumulata.

Quindi, la quantità a valutata in corrispondenza del minimo dell'equazione definitoria del VaR fornirà il quantile che attribuirà alla funzione di densità cumulata un valore pari ad $1 - \alpha$, risultando con ciò consistente con la definizione originaria di VaR_{α} .

Si supponga ora che la variabile casuale X segua una distribuzione esponenziale doppia con un parametro di localizzazione pari a μ ed un parametro di scala pari a b , i.e.

$$f(x) \propto \exp\left(-\frac{|x - \mu|}{b}\right)$$

Sotto tale misura di riferimento, la misura di *VaR* sarà calcolata come

$$VaR_{\alpha} = \mu - b \ln[2(1 - \alpha)]$$

La misura di *worst-case* è determinata moltiplicando la funzione $f(x)$ per la quantità m^* (definita nelle precedenti sezioni), ottenendo

$$\tilde{f}(x) = f(x) m^*(x) \propto \exp\left(-\frac{|x - \mu|}{b} + \frac{\theta}{1 - \alpha} (x - a)^+\right)$$

e quindi potremo definire la misura *worst-case* di *VaR* come segue

$$VaR_{\alpha, \theta} = \mu - b \ln\left[\frac{2(1 - \alpha - \theta b)}{1 - \theta b}\right]$$

Dal confronto della definizione appena fornita per la misura del rischio di mercato di interesse con quella iniziale, si può osservare come l'approccio *worst-case* sia in grado di rendere la stima del *VaR* maggiore rispetto alla corrispondente quantità elaborata sotto la misura di riferimento standard.

Misurazione del Rischio di Credito

Si supponga di applicare la misura di rischio modello basata sull'entropia relativa ad un modello di misurazione del rischio di portafoglio crediti di un'istituzione finanziaria. In tale contesto, definiremo la perdita totale come la somma dei default individuali seguente:

$$L = \sum_{i=1}^n c_i Y_i$$

in cui la variabile Y_i assume il valore 0 (in caso di non default dell'*i*-esimo obbligato) o 1 (in caso di default dell'*i*-esimo obbligato) e la variabile c_i rappresenta l'ammontare del credito.

In questo caso l'obiettivo è quello di misurare la probabilità di coda $P(L > x)$ per una qualche soglia di perdita x data.

Nel modello di copula gaussiana, ogni indicatore di default Y_i è rappresentato dall'evento $\{X_i > x_i\}$ in cui X_i si caratterizza, per ogni indice i , per avere una distribuzione normale standardizzata. x_i è quindi scelto in modo tale da eguagliare la probabilità marginale di default, i.e.

$$P(X_i > x_i) = p_i$$

dove p_i indica la probabilità (stimata) di default dell' i -esimo obbligato.

La dipendenza tra indicatori di default è identificata dalle correlazioni tra le variabili normalmente distribuite X_i . Per semplificare la rappresentazione della intera matrice di correlazione riducendola all'utilizzo di un singolo fattore, possiamo considerare il modello omogeneo:

$$X_i = \rho Z + \sqrt{1 - \rho^2} \varepsilon_i$$

in cui $Z \sim \mathcal{N}(0,1)$ rappresenta il rischio sistemico e $\varepsilon_i \sim \mathcal{N}(0,1)$ rappresenta il rischio idiosincratco connesso all' i -esimo obbligato, le due variabili casuali rimanendo indipendenti l'una dall'altra.

La misura di rischio di riferimento è quindi pari a

$$P(L > x) = E[I_{L>x}]$$

che risulta nel cambiamento di misura *worst-case*:

$$m_{\theta}^* = \frac{\exp[\theta I_{L>x}]}{E[\exp[\theta I_{L>x}]]}$$

indicando che, sotto la misura *worst-case*, la probabilità di ogni accadimento deve intendersi incrementata di una quantità pari a $\frac{\exp[\theta]}{C}$ se fornisce come risultato una perdita superiore alla soglia x prefissata. In caso contrario, la probabilità sarà ridotta di un fattore di scala pari a C , dove C è una costante di normalizzazione.

24. Trend futuri per il Model Risk Management e *measurement*

Sempre più precise e sofisticate soluzioni al problema pratico della misurazione del rischio modello - senza pretesa di esaustività, si possono ulteriormente citare, oltre agli approcci descritti nel paragrafo precedente, le metriche di Wasserstein e le misure di f -divergenza, gli approcci basati sul controllo ottimo, la misurazione dinamica del rischio modello attraverso uso di martingale o di approcci ad albero, la valutazione del rischio modello nelle applicazioni statistiche e di Machine Learning (si veda per una rassegna Giudici, "Applied data mining", Wiley, 2003) ecc. - costituiscono motivo di

sempre maggiore approfondimento teorico ed applicativo, già stagliandosi all'orizzonte dei nuovi trend per l'ambito del *model risk management* e *measurement*.

Secondo i risultati di un'analisi riportati in (McKinsey & Company, 2019), la necessità di implementare le metodologie delineate sul piano formale nelle sezioni precedenti o quelle ad esse affini, si accompagnerà al *deployment* degli **strumenti di *advanced analytics***, elevando (assieme all'impulso esercitato dall'azione dei *regulator* domestici ed internazionali) sempre più il focus relativo alla misurazione del rischio modello al livello di *board* e stimolando la necessità di adeguata e preciso modello di *reporting* su scala *enterprise-wide*.

Inoltre, il volume di dati utilizzati e la complessità dei modelli stessi tenderanno a crescere ulteriormente, **richiedendo ulteriori risposte in termini di teorie, strumenti di misurazione e sofisticazione dei *framework* di *model risk management* e *measurement***, per certi aspetti potendosi attendere altresì dei cambiamenti nel "DNA" stesso delle istituzioni finanziarie.

Da ultimo, la valutazione e gestione *end-to-end* del rischio modello tra prime e seconde linee di management aziendale si ritiene possa divenire lo standard operativo del prossimo futuro, con un incremento delle attività di monitoraggio e *testing* in capo ai *model owner*, con le funzioni di model risk management chiamate a guidare verso ulteriori livelli di efficientamento a fronte di processi sempre più sofisticati.

Su di un orizzonte più lungo, sempre secondo gli esiti della ricerca in (McKinsey & Company, 2019), i potenziali ulteriori cambiamenti fondamentali attesi impattare sulla gestione del rischio modello potrebbero influenzare le strategie e la composizione delle stesse funzioni di *risk management* interne alle istituzioni finanziarie, ed alle banche in particolare.

L'attività di *risk management* è quindi attesa essere sempre più impattata dalle attività di ***benchmarking*, *monitoraggio* e *mitigazione attiva del rischio modello***, possibilmente utilizzando tecniche di ***machine learning*** o di *advanced learning* per adattarsi ai cambiamenti nel contesto e nel livello di intricatezza dei modelli in uso e propri del loro *design*.

Strumenti di intelligenza artificiale dovrebbero essere utilizzati in modo crescente nelle attività di validazione dei modelli, probabilmente anche superando l'ambito di applicazione dei test statistici e intercettando elementi di analisi documentale e di *reporting*. D'altra parte, l'emergere delle nuove tecniche di intelligenza artificiale e di machine learning possono costituire esse stesse un nuovo fattore di rischio modello, che richiede strumenti e tecniche di valutazione e misurazione specifici.

In tale contesto diventa sempre più cruciale il contributo congiunto di accademici e *practioneers* al fine di approfondire la trattazione metodologica estendola ad ulteriori approcci statistici di misurazione del rischio modello e corredandola di case studies applicativi.

Ci si attende, infine, che gli stessi *regulator* possano esercitare (come già sopra richiamato) un ruolo fondamentale nell'utilizzo etico di tali nuovi strumenti di intelligenza artificiale nella valutazione ed utilizzo dei risultati prodotti dai modelli, magari a ciò provvedendo mediante l'emanazione di linee guida che possano nel tempo divenire lo standard di sviluppo e validazione dei modelli, nonché della misurazione del loro rischio intrinseco.

25. REPORTISTICA INTERNA E KPI

Pecchini, Tacca

26. Premessa

Le Linee Guida della Vigilanza Europea riconoscono nei processi di *reporting* una delle componenti principali dell'impianto di *Model Risk Management*³², pur rappresentando la fase terminale dell'intero processo di *Model Management*.

Un adeguato impianto di *reporting* dovrebbe perseguire il raggiungimento principalmente dei seguenti obiettivi:

- garantire una supervisione efficace del rischio modello, consentendo agli organi a cui è destinato una visione olistica dell'esposizione al rischio;
- permettere la comprensione dei processi e delle metodologie adottate per misurare e gestire il rischio modello, attraverso informazioni chiare e sintetiche;
- permettere l'individuazione delle principali carenze dei modelli presenti all'interno dell'organizzazione, e le eventuali conseguenze che potrebbero originare da esse, al fine di indirizzare in maniera appropriata le risorse nei **piani di rimedio** più idonei;
- rappresentare in modo sintetico la distribuzione dei modelli per classi di rilevanza (*Tier*) consentendo la prioritizzazione in base ad esse di tutte le attività collegate ai modelli (pianificazione, sviluppo e monitoraggio) e verificando il loro effettivo svolgimento tramite ad esempio un confronto tra le pianificazioni (e.g. *roll out plan* e *validation plan*) ed i consuntivi;
- favorire la diffusione della cultura del rischio modello ad ogni livello dell'organizzazione e conseguentemente un utilizzo consapevole dei modelli stessi.

Il raggiungimento di tali finalità può essere perseguito attraverso molteplici tipologie di *reporting*, che coesistono e che sono diffuse a differenti livelli dell'organizzazione. Queste si caratterizzano per avere diversi livelli di approfondimento a seconda delle caratteristiche dei modelli a cui si riferiscono, alla fase del ciclo di vita che stanno attraversando gli stessi, oltre che degli utenti a cui sono indirizzate, ma hanno l'obiettivo ultimo di fornire informazioni tra loro coerenti.

In considerazione di tale aspetto, è possibile classificare i processi di *reporting* in tre categorie:

1. le rendicontazioni relative alle fasi di pianificazione, sviluppo, approvazione e monitoraggio periodico dei modelli;

³² Guide for the Targeted Review of Internal Models (TRIM) 2017 Par 7.d.

2. il reporting delle criticità dei modelli emerse nelle analisi svolte dalle funzioni di controllo e dai processi di vigilanza del *Supervisor*;
3. la rendicontazione riferita all'intero *framework* di *Model Risk Management*.

27. Il Reporting nelle fasi di pianificazione, sviluppo e monitoraggio dei modelli

I *report* realizzati nel corso delle fasi di pianificazione, sviluppo ed approvazione dei modelli si caratterizzano per un livello di approfondimento elevato con riferimento alle caratteristiche intrinseche del modello, al fine di fornire informazioni di dettaglio relativamente alle specifiche del modello rendicontato, al suo utilizzo all'interno dei processi aziendali, alla sua gestione ed alle performance dello stesso.

Tali tipologie di rendicontazioni (**report operativi**) sono pertanto generalmente indirizzate ad *Executive Senior Manager* e/o a comitati interni costituiti da membri dell'alta dirigenza in grado di comprendere le technicalità legate ai modelli in oggetto (Comitato Rischi, Comitato Alco, Comitato Finanza etc.).

Tuttavia, nel caso in cui la normativa di riferimento lo prescriva, si può rendere necessario fornire una rendicontazione su specifici modelli sviluppati anche al Consiglio di Amministrazione. Questa informativa dovrebbe contenere la descrizione delle caratteristiche del modello ed i risultati delle analisi svolte sullo stesso. In tale contesto è importante che l'Istituto individui la miglior modalità di rappresentazione, con il giusto equilibrio tra le esigenze di trasparenza, chiarezza e sintesi, che consenta ai membri del *Board* - i quali potrebbero non disporre di sufficienti competenze tecniche - di acquisire consapevolezza in merito alle peculiarità del modello, allo scopo a cui è destinato, al suo livello qualitativo rispetto agli standard interni ed alla fase del ciclo di vita in cui si trova.

A livello generale il reporting inerente a questa fase ha come finalità principale quello di supportare *il Board ed il Senior Management* nell'approvazione delle attività pianificate per lo sviluppo e l'aggiornamento dei modelli, garantendo nel continuo l'informativa sullo stato avanzamento degli interventi mediante anche analisi di consuntivo, con l'obiettivo ultimo di autorizzare l'utilizzo dei modelli nei diversi processi aziendali. Al fine di coadiuvare l'attività di *decision making*, tale rendicontazione dovrebbe essere integrata con le informazioni relative alla rilevanza dei modelli (*Tier*) ed agli esiti della misurazione del rischio modello (ove presenti) congiuntamente ai relativi piani di rimedio attivati.

In tale contesto la possibilità di avvalersi di reportistica il più possibile standardizzata nel tempo, affiancata da opportune sessioni di *education* nei confronti del *Management*, consente il raggiungimento di elevati livelli di consapevolezza e

rappresenta una guida in grado di supportare i processi decisionali relativi alla definizione delle priorità ed all’allocazione delle risorse nell’ambito delle attività di *Model Risk Management* e di *Decision Making*.

Con particolare riferimento alla fase di pianificazione annuale delle attività di sviluppo e revisione/ricalibrazione dei modelli la reportistica, inerente sia lo sviluppo di nuovi modelli che la revisione di quelli esistenti, dovrebbe riportare:

- la descrizione degli interventi programmati comprendenti le motivazioni e i potenziali impatti/benefici, dettagliando ad esempio se si tratta di modifiche che riguardano le formule statistico-matematiche dei modelli oppure i dataset (serie storiche utilizzate per la calibrazione);
- le tempistiche previste, quindi data di inizio e di fine implementazione, data prevista di validazione e data di approvazione finale a far seguito dalla quale sarà possibile utilizzare il nuovo modello (o la revisione di quello esistente);
- le risorse impegnate nello sviluppo e/o revisione in termini di FTE interni e/o consulenti esterni;
- l’indicazione se le modifiche prevedono una richiesta di istanza presso il Regolatore (ex-ante, ex-post), seguendo quanto previsto dalla Normativa, oppure una validazione interna o una semplice informativa ai comitati.

Diversamente, nella fase di sviluppo di un modello, il *reporting* dovrebbe essere prodotto considerando il seguente set informativo minimo: le informazioni “anagrafiche”, le scelte metodologiche adottate per lo sviluppo e le performance del modello.

Al fine di garantire la diffusione a tutti i livelli dell’organizzazione delle informazioni contenute in tale tipologia di reportistica, la definizione di linee guida metodologiche di sviluppo dei modelli (*model development standards*) e *template* standardizzati, contenenti le informazioni minime del reporting per questa fase, rappresentano *best practices* di riferimento per poter perseguire gli obiettivi di un adeguato reporting.

Inoltre, nel corso della vita di un modello sono sviluppate periodiche attività di monitoraggio, a cura degli *owner* dello stesso, o dalle funzioni di controllo (*Validation Unit*, *Audit* etc), in cui vengono effettuate analisi di performance ed aggiornati i principali indicatori definiti in fase di sviluppo, che generalmente considerano accuratezza, capacità discriminante e stabilità, con l’obiettivo di verificare la bontà delle assunzioni sottostanti al modello e la sua capacità di assolvere alle finalità per le quali è stato creato.

L'ambito, la frequenza e il grado di approfondimento del *Model Monitoring* devono essere commisurati ad elementi quali ad esempio, la complessità metodologica, la rilevanza del modello, elementi che potrebbero trovare una sintesi adeguata all'interno della classificazione espressa in termini di *Tier*. A livello generale e di prassi queste tipologie di rendicontazione hanno una frequenza che può essere trimestrale, per i modelli interni approvati dall'Autorità di Vigilanza, fino ad annuale per i modelli gestionali (*managerial*). I destinatari di tale informativa possono essere identificati negli *Executive Senior Manager* e nei Comitati Interni Specializzati, fino ai Comitati Endoconsiliari ed ai membri del *Board*, se richiesto della normativa.

28. Il reporting delle funzioni di controllo sui modelli

Per quanto riguarda la fase di validazione dei modelli e le altre verifiche effettuate dalle diverse funzioni di controllo della banca, la rendicontazione dovrebbe avere l'obiettivo di sintetizzare le principali **carenze del modello** sottoposto ad analisi, evidenziando le azioni di rimedio da porre in essere, al fine di mitigare i *findings* individuati e fornendo un supporto per destinare le risorse necessarie alle attività di risanamento. In tale contesto risulta di fondamentale importanza fornire una valutazione di sintesi sul modello, adottando una scala comune alle diverse funzioni di controllo, al fine di riuscire a quantificare la gravità delle mancanze dello stesso ed esprimere pertanto un primo giudizio relativamente ai rischi collegati al suo utilizzo all'interno dei processi aziendali.

Le evidenze delle funzioni di controllo dovrebbero essere monitorate nel tempo attraverso opportuni processi di rendicontazione, finalizzati a sintetizzare lo stato di avanzamento delle azioni di sistemazione raccomandate ed eventuali criticità nei piani di risanamento definiti. Tale attività dovrebbe esser realizzata mediante l'utilizzo di opportuni *tableau de bord* integrati, contenenti la sintesi delle criticità riscontrate sui modelli dalle funzioni di controllo interne e dall'autorità di vigilanza. Questi strumenti dovrebbero essere finalizzati da un lato a fornire interazione e coordinamento tra le funzioni di controllo, e dall'altro a indicare al *Senior Management* ed al *Board* le principali criticità rilevate sui modelli, oltre che l'andamento delle attività di sistemazione degli stessi.

Il contenuto di tali *report* può avere un dettaglio a livello di singolo modello, oppure fornire una rappresentazione complessiva, a livello aggregato. Pertanto, si possono distinguere:

- **report aggregati**, contenenti la distribuzione delle evidenze sollevate dalle funzioni di controllo suddivise ad esempio per famiglia di modelli o classi di *tiering*, piuttosto che i risultati delle recenti attività di Convalida, o di Audit sui modelli, evidenziando i rischi che emergono dalle aree di debolezza identificate. Al loro interno può

trovare rappresentazione la sintesi dei processi, o delle aree aziendali in cui vengono sviluppati o gestiti i modelli impattati dalle maggiori criticità. Inoltre, può costituire un importante valore aggiunto la rappresentazione delle attività di sistemazione avviate ed il loro stato di avanzamento, adottando una vista che rappresenti l'aggregazione dei *findings* che esse andranno a risolvere. Questa impostazione consente infatti al *Board* ed ai Comitati a cui è destinata tale reportistica una visione olistica in grado di coniugare i processi di *remediation* con le attività progettuali approvate, garantendo visibilità sull'efficacia nella sistemazione delle evidenze emerse sui modelli. A tal fine costituisce un'informativa rilevante la rappresentazione delle tempistiche medie di rimedio ai *findings*;

- **report per modello**, che si focalizzano sulle criticità rilevate sui singoli modelli, con un'attenzione maggiore ad esempio per quelli con *tier* più elevato, o quelli con una valutazione di rischio modello elevata in cui la mancata risoluzione dei *findings* potrebbe comportare conseguenze rilevanti per l'Istituto.

L'informativa riferita alle attività svolte dalle funzioni di controllo aziendale, se di natura aggregata, di norma è destinata a comitati endoconsiliari ed al *Board*, con una periodicità semestrale, mentre se riferita ai singoli modelli verrà presentata agli organi direttivi con una frequenza variabile, che può dipendere dal *tiering* del modello, o da specifiche richieste normative. L'integrazione all'interno di tale *reporting* delle informazioni riferite alla rilevanza dei modelli ed alla misurazione del rischio modello risulta fondamentale al fine di consentire una visione olistica dell'esposizione della banca al rischio modello e supportare la prioritizzazione degli interventi di sistemazione necessari.

29. La rendicontazione sul processo di model risk management

Il *framework* di MRM è opportuno che includa al suo interno meccanismi di *governance* e controllo, che consentano al Consiglio di Amministrazione ed all'Alta Dirigenza di comprendere il modo in cui il rischio si manifesta e come è gestito all'interno dell'Organizzazione, mediante azioni finalizzate a ripristinare le esposizioni al rischio in coerenza alla propensione definita dal *Board*.

Per raggiungere questi obiettivi, uno degli strumenti fondamentali del *framework* di MRM è rappresentato dal *reporting*, inteso come la sintesi, da realizzarsi con una periodicità adeguata, delle evidenze e degli esiti dei processi e delle attività di *Model Risk Management*. A differenza delle tipologie di *reporting* descritte in precedenza, questa rendicontazione si caratterizza per fornire una visione d'insieme sull'intero panorama modellistico dell'Istituto, facendo riferimento sia alle componenti

metodologiche dei modelli, che ad analisi finalizzate a sintetizzarne la rilevanza, oltre che alla misurazione del rischio modello ed al suo monitoraggio.

Il reporting relativo all'impianto di rischio modello dovrebbe essere creato con standard sufficienti per consentire al *Board*, ai componenti dei Comitati e al *Senior Management* a cui è destinato di comprendere le informazioni in esso riportate con un adeguato livello di sintesi. In tal senso il *reporting* del *framework* dovrà riuscire a rappresentare la complessità che contraddistingue l'universo dei modelli all'interno della banca fornendo informazioni utili anche ai *manager* non dotati delle conoscenze necessarie a comprendere le technicalità dei modelli. Inoltre, come già anticipato, la rendicontazione dovrà avere tra i propri obiettivi quello di favorire la diffusione di una cultura aziendale del rischio modello, la quale, a fianco del riconoscimento dell'utilità dei modelli a supporto dei processi di *decision making*, favorisca la consapevolezza della necessità di una loro gestione prudente, che rispetti le linee guida definite all'interno dell'istituto, al fine di garantirne la robustezza, l'affidabilità ed il corretto utilizzo nel tempo.

Il reporting relativo al *framework* di *Model Risk Management* può essere distinto in due categorie di base:

- le rendicontazioni relative al **processo** di *Model Management* ed al *Model Inventory* (*Process reporting*);
- i report riferiti alla quantificazione ed al monitoraggio del **Rischio Modello** (*Model Risk Reporting*).

30. Process reporting

Come indicato nei capitoli precedenti, la tassonomia dei modelli riveste un ruolo chiave anche in fase di reporting poiché consente la produzione di una rendicontazione maggiormente efficace verso il *Senior Management*, i diversi Comitati manageriali ed endoconsiliari, nonché verso il Consiglio di Amministrazione. In tale ottica, in fase di disegno ed implementazione di un sistema interno di *reporting* diventa importante la creazione di evidenze di sintesi capaci di rappresentare i diversi fenomeni in base ad una comunanza di caratteristiche (es. modelli aventi la medesima rilevanza e/o appartenenti alla medesima area di business).

Per quanto riguarda la prima tipologia di *reporting* si fa riferimento a strumenti in grado di fornire una visione di sintesi sul panorama dei modelli presenti all'interno dell'istituto e monitorare l'efficienza dei **processi** di *model*

management riassumendo le informazioni contenute nel *model inventory* mediante metriche ed indicatori dedicati.

Queste rendicontazioni dovranno consentire in primo luogo di comprendere in quali processi ed aree di business la banca utilizza modelli (ad esempio gli ambiti di trading su strumenti finanziari, la misurazione e la gestione dei rischi, l’allocazione del capitale) oltre che il loro livello di importanza (espresso in termini di *tier*).

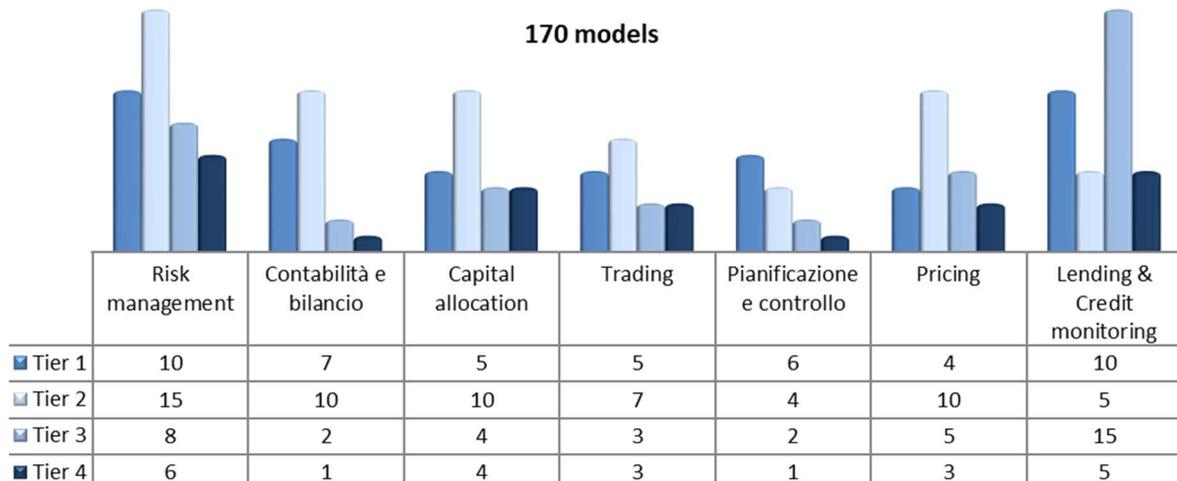


Figura 5.1 – Model distribution

Queste informazioni possono essere ulteriormente dettagliate fornendo rendicontazioni riguardanti ad esempio:

- il numero di modelli in fase di sviluppo, convalida ed utilizzo e la loro distribuzione per *tiering*;
- la durata media dei processi di sviluppo e convalida nel corso dell’ultimo anno;
- la scomposizione del livello di *Tier*, mediante la rappresentazione delle componenti che lo hanno determinato (e.g. criticità di utilizzo, sofisticazione metodologica, materialità etc.);
- il numero di modelli sottoposti ad attività di verifica da parte delle funzioni di controllo interne (Audit e Convalida Interna) nel corso dell’ultimo periodo, ripartite per *Tier*.

Inoltre, al fine di stabilire un collegamento con le altre rendicontazioni relative ai modelli rappresentate in precedenza, è possibile indicare all’interno del

reporting sul *Model Inventory* i principali sviluppi metodologici in corso nei più importanti modelli presenti all'interno della banca, classificati per *tiering*, ed ancora la descrizione delle evidenze emerse nelle analisi effettuate dalle funzioni di controllo e le raccomandazioni dell'Autorità di Vigilanza, sui modelli di maggior importanza o criticità.

La finalità ultima di questi resoconti è quella di fornire un quadro di sintesi relativo all'intero panorama dei modelli presenti all'interno dell'Istituto, collegando con una visione d'assieme tutti i processi che ruotano attorno ad essi. Data la sua natura, il *reporting* relativo all'intero processo di *Model Management* ed alle informazioni contenute nel *Model Inventory* avrà una frequenza differente in funzione dei soggetti destinatari; ad esempio potrà essere annuale se indirizzato al *Board* o semestrale se presentato a comitati specifici, come il Comitato Rischi o il Comitato Rischio Modello nelle realtà in cui le prassi di *Model Risk Management* sono più evolute e mature.

31. Model risk reporting

All'interno del più ampio processo di *reporting* del *framework* di *Model Risk Management* dovrebbero esser incluse rendicontazioni finalizzate a fornire alla *management* indicazioni riguardanti l'esposizione della banca al **rischio modello**.

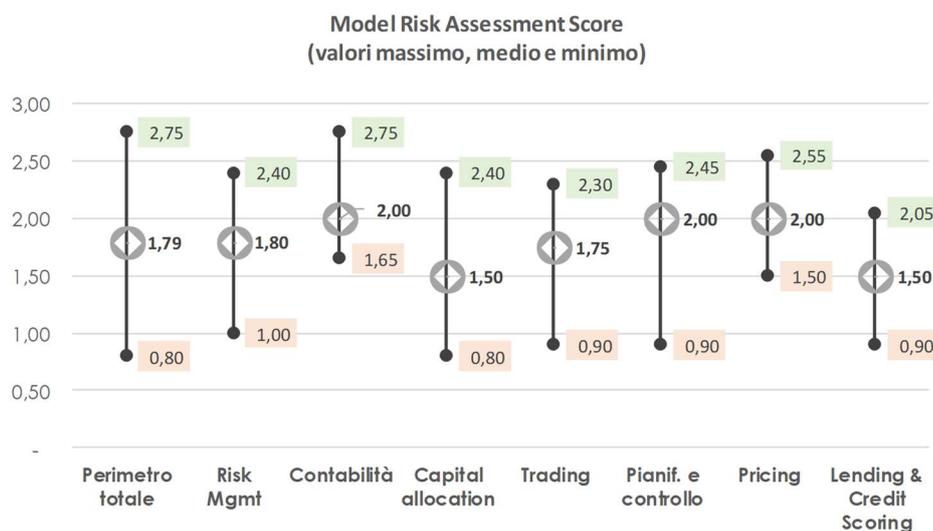


Figura 5.2 – Esempio di reporting sugli esiti di valutazione del rischio modello

Nel momento, infatti, in cui l'istituto riconosce che il rischio modello potrebbe avere impatti significativi sull'equilibrio economico finanziario e patrimoniale dell'organizzazione, ostacolando o limitando il pieno raggiungimento dei propri obiettivi strategici ed operativi, dovrebbe provvedere a censirlo all'interno della

mappa dei rischi di Gruppo ed inserirlo anche nell'impianto di *Risk Appetite Framework*.

In tale contesto la banca può provvedere a fornire indicazioni qualitative per orientare il presidio dei rischi non quantificabili, ma, ogniqualvolta sia possibile definire metriche di quantificazione del rischio dovrà provvedere ad individuare gli indicatori di riferimento ed i relativi livelli di significatività (*appetite, tolerance e capacity*), oltre che i corrispondenti processi di gestione ed *escalation* in caso di superamento delle soglie fissate.

La rappresentazione dei risultati del monitoraggio degli indicatori di rischio modello è opportuno che avvenga con frequenza trimestrale, nei confronti del *Board*, includendo, oltre al livello di rischio ed il confronto con le soglie di *appetite, tolerance e capacity*, un'indicazione relativa ai seguenti aspetti:

- la rappresentazione delle cause che hanno portato al superamento delle soglie definite, e le azioni che verranno intraprese per garantire il rientro nei limiti definiti;
- le principali carenze o limitazioni identificate sui modelli da parte delle funzioni di controllo o dalle autorità di vigilanza, oltre che le debolezze riscontrate nelle fasi del processo di *Model Risk Management*;
- una vista prospettica circa le possibili evoluzioni del *model risk*, che includa le azioni che verranno intraprese sui modelli e che potrebbero impattare il profilo di rischio modello della banca, derivanti sia da eventi interni, che dal mercato, o da evoluzioni normative.

Tale report dovrebbe essere opportunamente integrato nel più ampio processo di rendicontazione relativo a tutti i rischi aziendali (*tableau de bord* integrato), affinché le informazioni in esso contenute siano rese disponibili alle strutture deputate alla gestione e controllo dei rischi, oltre che al Board, con l'obiettivo di garantire la completa supervisione relativamente all'impianto di *Model Risk Management* dell'istituto.

32. SOLUZIONI APPLICATIVE E STATO DI MATURITA'

Cortese, Garzillo, Piazzolla

33. Premessa

L'ampiezza dei modelli coinvolti, la presenza di significative interrelazioni tra modelli ed il coinvolgimento di *stakeholders* nelle diverse fasi del ciclo di vita dei modelli, con ruoli e responsabilità specifiche, rendono necessario che i presidi organizzativi adottati, siano supportati da **soluzioni applicative** che implementino il framework di *Model Risk Management* adottato dagli Istituti.

Da questo punto di vista, l'efficacia dei presidi è misurabile in termini di capacità e tempestività di identificazione di fattori emergenti in corso d'uso (e.g. limitazioni in termini di algoritmi, dati o elaborazioni, utilizzi al di fuori delle condizioni d'uso, limitazioni d'uso emergenti in connessione al mutato contesto economico, legale o organizzativo, ecc.) che attivino specifiche verifiche, interventi di mitigazione o azioni di indirizzamento.

La gestione del ciclo di vita del modello e dei processi di valutazione ad esso legati sono in ultima analisi l'espressione del sistema di *Model Governance*. Gli strumenti a supporto sono direttamente chiamati a garantire l'effettiva applicazione di procedure operative e organizzative (gestionali e regolamentari) previste dal sistema di *governance*, comprendendo in questo le esigenze di sviluppo, di validazione/revisione dei modelli, di applicazione coerente con le finalità d'uso, di certificazione dei dati utilizzati sia per lo sviluppo sia per l'applicazione dei modelli, ecc.

A tal fine, si rende necessario governare anche le soluzioni applicative a supporto, attraverso un'opportuna strutturazione e standardizzazione dei processi, così da consentire tanto l'elaborazione delle valutazioni e l'instradamento delle attività previste, espressi dai **service task** di processo, quanto la gestione delle componenti discrezionali, all'interno dei cosiddetti **human task**.

La strutturazione delle soluzioni applicative è, quindi, variabile in funzione del sistema di *governance* specifico previsto e del grado di standardizzazione dei processi, oltre che di eventuali sistemi a supporto di specifiche fasi preesistenti. Il livello di strutturazione dipende, inoltre, in maniera specifica dal livello di complessità operativa degli istituti e dal grado di diffusione dei modelli nei processi di *decision making*.

In ultima analisi non è declinabile una soluzione unica di riferimento, né questa è l'ambizione di questo capitolo, ma resta possibile identificare delle caratteristiche

tipiche che le soluzioni applicative di MRM dovrebbero possedere e che risultano solo parzialmente riflesse nelle soluzioni correntemente adottate dagli istituti, come evidenziato nella survey al capitolo 7, segnalando ampie opportunità di evoluzione per i presidi di *Model Risk Governance* esistenti come gli sviluppi in corso presso numerosi operatori confermano.

34. Le macro-funzionalità di una soluzione applicativa di MRM

Una soluzione applicativa di *Model Risk Management* combina principalmente tre macro-funzionalità:

- **Model Inventory;**
- **Workflow management;**
- **Reporting Dashboard.**

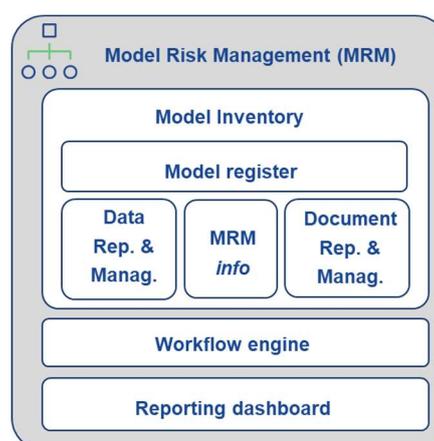


Figura 6.1 – Macro funzionalità

Per **Model Inventory** si intende la raccolta organizzata dei modelli utilizzati o in corso di sviluppo in un certo momento all'interno dell'istituto o del gruppo, nonché dei modelli utilizzati nel corso del tempo anche se successivamente dismessi³³, come meglio descritto al capitolo 2.

Per **Workflow Management** si intende l'insieme delle funzionalità di gestione del processo, a partire dalla gestione del ciclo di vita del modello descritta al capitolo 3, ma che ricomprende più estensivamente l'insieme degli snodi decisionali rilevanti (*issue logging, schedulers, incident management, ecc.*).

Le funzionalità di **Reporting Dashboard**, infine, supportano la diffusione a vari livelli di informazioni sullo stato di salute dei modelli e sul livello dei rischi connessi, nonché sulla qualità del presidio stesso del *model risk*, favorendo un utilizzo consapevole dei modelli e quale base di attivazione di processi di escalation specifici in presenza di criticità rilevanti, come più ampiamente rappresentato al capitolo 5.

³³ tranne, tipicamente, nella fase di set-up della soluzione dove normalmente è previsto il caricamento (c.d. attività di onboarding) dei soli modelli non dismessi.

Come anticipato nel paragrafo precedente, il disegno ed il grado di strutturazione della soluzione può dipendere dal contesto organizzativo (es. gruppi vs. istituti *stand-alone*), dalla numerosità e varietà dei modelli coinvolti (es. ambienti dipartimentali plurimi e multi-linguaggio), dalle loro finalità di impiego (es. *workflow* differenziati per modelli gestionali vs. regolamentari), dalla numerosità degli *owner* coinvolti, dal livello di affermazione del *model risk management* quale disciplina a supporto del *business* nei diversi contesti.

Nelle realtà più piccole, per esempio, è possibile che la soluzione accolga *workflow* semplificati, se non del tutto assenti, a fronte di processi che coinvolgono tipicamente un numero limitato di *stakeholders*. Nelle realtà più complesse, per converso, diventa fondamentale che lo strumento sia in grado di consentire il suo utilizzo da parte di diversi attori, a vario titolo coinvolti, mediante ad esempio una profilazione multiutente e garantendo la sincronizzazione fra il modulo del *workflow* e il registro dei modelli.

In questa prospettiva è valutabile anche il livello di integrazione con processi preesistenti, quali piattaforme di sviluppo modelli o di convalida, che possono essere intese quale parte integrante del *framework* complessivo di *model risk management*: un diverso livello di maturità delle soluzioni applicative preesistenti può suggerire soluzioni applicative differenti.

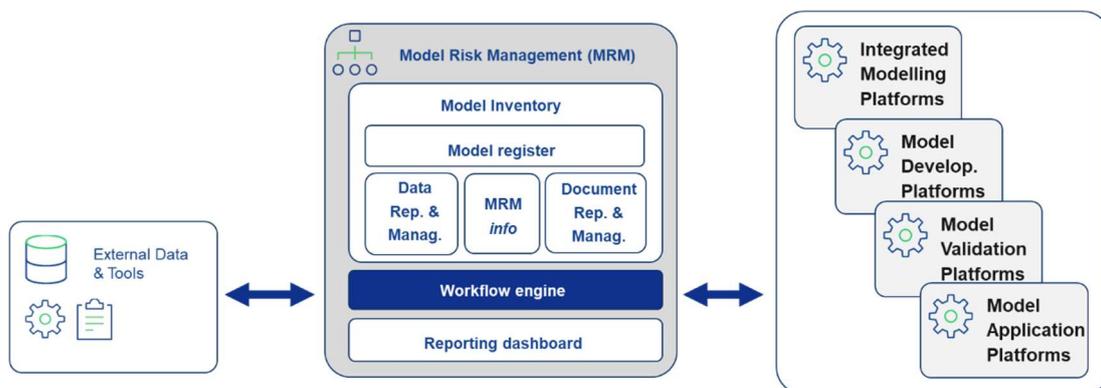


Figura 6.2 – Livello di integrazione con soluzioni pre-esistenti

La soluzione a supporto del *Model Risk Management* non deve quindi essere intesa necessariamente come piattaforma di *Model Management* integrata, ma può essere intesa come soluzione di *Model Governance* trasversale che dialoga con piattaforme verticali specializzate, dati esterni e *tool* dedicati (es. *model risk assessment engines*). Questa soluzione può essere tipica sia di istituti già strutturati sui processi di *model management* verticali, sia frutto di approcci di estensione progressiva delle componenti funzionali. Anche in questi casi, però, si ritiene necessario che la

piattaforma di MRM sia in grado di dialogare efficacemente con gli altri strumenti, valorizzandone le sinergie ma anche armonizzandone i contenuti per renderle coerenti con gli obiettivi di *Model Risk Management* integrati.

Le soluzioni di *system integration* che ne risultano possono, quindi, essere di diversa complessità in funzione della numerosità degli strumenti, delle funzionalità disponibili in ciascuno, delle differenti tecnologie, dei conseguenti adeguamenti necessari, ecc.

Le considerazioni precedenti, insieme al carattere in parte immaturo della regolamentazione e delle metodologie di valutazione, caratteristiche di quello che può essere definito come un rischio “giovane”, portano a identificare nella **flessibilità** e nella **scalabilità** della soluzione applicativa un elemento critico da considerare nella definizione delle soluzioni applicative a supporto.

I successivi paragrafi ripercorrono le caratteristiche che si ritengono discriminanti nella definizione di soluzioni di *Model Inventory* (par. 6.3) e funzionalità di *Workflow Management* e di *Reporting* (par. 6.4) evolute, da valutare e calibrare alle specificità del caso in coerenza con i principi di proporzionalità richiamati, specie per istituti *less significant*.

35. Le caratteristiche del Model Inventory

Come riportato nel capitolo 2, il **Model Inventory** deve rappresentare la raccolta organizzata dei modelli utilizzati o in corso di sviluppo in un certo momento all'interno dell'istituto o del gruppo, nonché dei modelli utilizzati nel corso del tempo anche se successivamente dismessi³⁴ e deve essere funzionale ad un efficace presidio del *model risk* in coerenza con la normativa rilevante ed i processi di *governance* aziendale.

Nell'ambito dell'inventario sono individuabili sottocomponenti specifiche in termini di anagrafica del modello (**Model Register**), di *Repository* strutturato di tutta la documentazione rilevante inerente un certo modello, di *Repository* strutturato delle informazioni tecniche inerenti un certo modello (dati, programmi, output intermedi e finali, ecc.), anche sotto forma di riferimenti a *Repository*/ applicativi esterni che soddisfino i requisiti di storicizzazione e tracciabilità necessari, e di una serie di ulteriori informazioni a supporto del processo di *Model Risk Management* o che siano output dello stesso quali gli output del processo di *Model Risk Quantification* descritto al capitolo 4.

³⁴ tranne, tipicamente, nella fase di set-up della soluzione dove normalmente è previsto il caricamento (c.d. attività di onboarding) dei soli modelli non dismessi.

Nel capitolo 2 sono state inquadrare le informazioni da considerare nell'ambito dell'inventario, così come sono state delineate le potenziali fasi di implementazione progressiva dei contenuti informativi target, cui si rimanda in maniera specifica. In tale ottica, uno degli elementi chiave dello strumento è il grado di flessibilità, inteso come la capacità dell'utente con profilo di amministratore dell'applicativo (il cui ruolo dovrebbe coincidere con la Funzione di *Model Risk Management*) di poter procedere con la creazione e/o la modifica del tracciato informativo in linea con il grado di maturità del *framework*.

Da un punto di vista applicativo si sottolinea l'importanza, anche in questo caso già anticipata al capitolo 2, di prevedere una adeguata standardizzazione delle informazioni, adottando **tassonomie** specifiche. Il censimento di informazioni strutturate di questo tipo ha, infatti, la duplice finalità di consentire una valutazione omogenea di modelli anche molto diversi tra loro e di consentire l'instradamento opportuno dei processi di MRM, rendendoli più efficienti, tempestivi e quindi più efficaci. Esiste, quindi, un legame stretto tra grado di standardizzazione delle informazioni e obiettivi di automazione dei processi, con ovvie ricadute sulle funzionalità di *Workflow Management* connesse cui è dedicato il paragrafo successivo.

In sede di implementazione di un applicativo, è opportuno, quindi, privilegiare ad esempio la scelta di creazione di campi basati su "valori predefiniti" (i.e. menù a tendina) in quanto da un lato agevolano la raccolta delle informazioni e dall'altro ne consentono un'efficace rendicontazione.

36. Le funzionalità di *Workflow Management*

I modelli utilizzati nei diversi processi aziendali hanno fisiologicamente un loro ciclo di vita e sono caratterizzati da continui interventi di miglioramento incrementale o di adattamento al contesto economico, legale o gestionale di riferimento, coinvolgendo in ogni fase di sviluppo una pluralità di stakeholders con ruoli e responsabilità diversi che agiscono, anche simultaneamente, su uno stesso modello. I processi di *model governance* definiscono ruoli e responsabilità nel processo e normano le interazioni tra attori diversi, come ampiamente trattato al capitolo 3.

Tali principi trovano traduzione operativa negli strumenti a supporto attraverso specifiche funzionalità di ***Workflow Management***. Tali funzionalità dovrebbero, quindi, quantomeno supportare la ***gestione del ciclo di vita del modello***, proceduralizzando ruoli e responsabilità operative assegnate alle varie funzioni aziendali nell'ambito del *tool*.

I processi in oggetto non si limitano necessariamente alla gestione operativa delle transizioni di *fase* o *stato* del modello, ma possono essere definiti in maniera più estensiva ricomprendendo le fasi dei sottoprocessi coinvolti quali sviluppo, controllo (convalida, audit, *supervisory review*), *model change classification*, *model risk quantification & assessment*, di *model risk incident reporting*, ecc.

A tali processi si affiancano *workflow* specifici di **Model Performance Management**, con l'obiettivo di supportare le fasi di gestione, monitoraggio, individuazione delle *issue* e gestione delle stesse, assegnando specifici *tasks* alle diverse funzioni coinvolte e monitorandone modalità e tempistiche di esecuzione (*business activity monitoring*).

Per ciascuna fase dei sottoprocessi coinvolti uno strumento di *workflow* evoluto può attivare *service task embedded* nella soluzione o richiamare funzionalità applicative esterne specifiche (es. *tiering engines*, *risk quantification engines*), svolgere funzioni di *scheduling*, generare *alerts* e *reminders*, instradare e notificare specifici *task* agli utenti coinvolti nel processo, ecc.

Per ognuna delle fasi individuate, lo strumento dovrebbe consentire la possibilità di istituire blocchi autorizzativi attuabili e parametrizzabili in base al *profiling* dell'utente e quindi in base a ruoli aziendali (in applicazione ai poteri delegati dei processi deliberativi). La presenza di *alert* in caso di esecuzione di uno dei *task* inclusi nel *workflow* ne consente il controllo ed il successivo processo autorizzativo in funzione del *workflow* specifico considerato.

Il livello di strutturazione e automazione dei processi descritti dipende dal livello di integrazione della soluzione applicativa, specie in presenza di *tool* esterni e applicativi dedicati alla gestione di sottoprocessi specifici, come già evidenziato nel paragrafo introduttivo.

37. Le funzionalità di Reporting Dashboard

Componente imprescindibile del sistema di *Model Performance Management* è la presenza di funzionalità di **Reporting Dashboard** che riflettano, a vari livelli di sintesi ed in maniera trasversale tra modelli, sia lo stato di salute dei modelli sia l'efficacia ed efficienza dei processi di *Model Governance*, come descritto nel capitolo 5.

A seconda della soluzione adottata tali informazioni di sintesi possono alimentare *Reporting Tools embedded* nella soluzione o alimentare *tool* esterni, in quest'ultimo caso anche con l'obiettivo di contribuire viste specifiche di *Model Risk* nell'ambito di

soluzioni di reporting integrato dei rischi, elemento chiave per la diffusione di una *Model Risk Culture* ai vari livelli dell'organizzazione e favorire processi di *Escalation* sulle *Top-Issues*.

Indipendentemente dalla soluzione applicativa adottata, si ritiene rilevante che essa includa interfacce *User Friendly* che consentano di disegnare report specifici destinati ai diversi *stakeholders* del processo, che incorpori funzionalità di *publishing* (es. sul portale aziendale, generazione di mailing lists, ecc.) in funzione della profilatura dei destinatari, che consenta l'estrazione di rappresentazioni in tempo reale a fini di monitoraggio.

38. Livello di maturità delle soluzioni adottate

Come meglio evidenziato nello specifico paragrafo dedicato alla survey, diversi Istituti si stanno confrontando con l'attivazione iniziale o l'evoluzione di una soluzione applicativa specifica.

Come l'esperienza dei principali player di mercato dimostra, le fasi iniziali di implementazione richiedono tipicamente la definizione della struttura di *Model Inventory*, il censimento iniziale dei modelli, la relativa valutazione di rilevanza (*Model Tiering*) ed il popolamento progressivo del *Model Inventory* a partire dai modelli a maggiore rilevanza e/o basati su processi di *governance* più maturi in funzione dell'applicazione regolamentare corrente o prospettica degli stessi. Tutto ciò anche in risposta agli specifici requisiti normativi.

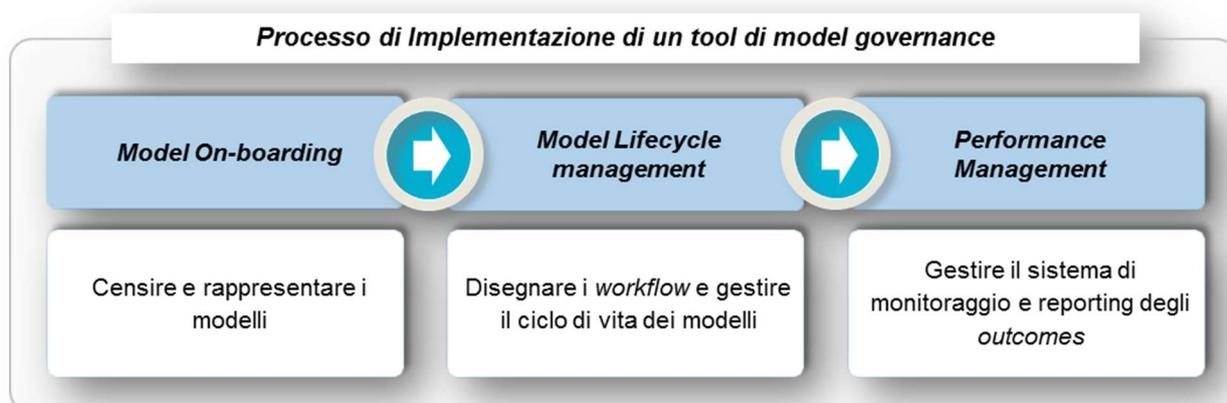


Figura 6.3 – Processo di implementazione

La *survey* conferma questa caratteristica laddove evidenzia come tratto comune la copertura dei requisiti di *Model Inventory* ed in misura minore altre componenti funzionali. Le funzionalità di *Reporting*, le regole / *engine* di attribuzione del *model tier* e le componenti di *model risk quantification* tendono ad essere esterne alla soluzione, in alcuni casi facendo leva su strumenti esterni quale scelta architetturale specifica.

Risulta, infine, più limitata la copertura delle funzionalità di *Workflow Management* rappresentate ed emerge un quadro di scarsa integrazione con gli ambienti di sviluppo e/o convalida. E' tuttavia plausibile che la diffusione progressiva dei presidi di MRM faccia emergere la necessità che in parallelo le soluzioni applicative evolvano da strumenti a gestione più accentrata da parte della funzione preposta al MRM a strumenti più diffusi e collaborativi tra gli *owner* delle diverse fasi del processo, conferendo maggiore rilevanza all'implementazione di funzionalità di *workflow management* più ampie e strutturate.

Si ritiene, quindi, che il quadro rappresentato sia suscettibile di significative evoluzioni nel tempo, come gli sviluppi in corso evidenziano, rendendo di interesse interrogarsi sulle possibili strategie di rafforzamento delle soluzioni applicative a supporto e sul livello di flessibilità e scalabilità delle soluzioni adottate tali da consentire di adeguarsi a cambiamenti anche strutturali nei processi di MRM target che potranno caratterizzare la fisiologica maturazione delle metodologie di gestione di un rischio "giovane".

39. SURVEY E ANALISI DEI RISULTATI

Romano

40. Premessa

Per mettere a fuoco lo stato dell'arte delle tematiche di *Model Risk Management* presso il sistema, la presente Commissione AIFIRM ha ritenuto utile avviare una *survey* con il duplice obiettivo di valutare l'attuale livello di maturazione e, nei limiti della contingenza attuale, i possibili piani di sviluppo.

Nel prosieguo del capitolo sono trattate le aree di indagine, le modalità di distribuzione e le principali evidenze **senza pretese di rigore scientifico** ma piuttosto con l'obiettivo di mettere a disposizione un'immagine più nitida delle dinamiche sottostanti colmando una carenza evidente sull'assenza di informazioni e spazi di discussione su questa tematica.

Il questionario predisposto dalla Commissione è stato suddiviso sostanzialmente nelle aree tematiche affrontate nei capitoli del presente *position paper* ossia:

- Definizione di modello;
- Mappatura dei modelli;
- Ciclo di vita del modello e strutture organizzative coinvolte;
- Quantificazione del rischio modello;
- Reportistica interna e KPI.
- Soluzioni applicative e il loro stato di maturità;

Il numero delle domande previsto per ogni area di indagine è compreso tra 5 e 10, con unica eccezione dell'area legata alle soluzioni applicative per la quale sono stati investigati diversi aspetti operativi che hanno richiesto una maggiore ampiezza, per un totale di c.a. 60 domande che rappresenta un numero significativo di elementi per poter fornire un'adeguata rappresentazione dello stato dell'arte presso il sistema.

Alla *survey* hanno partecipato 8 Istituti che spaziano tra banche di sistema, banche con un posizionamento locale e la sussidiaria italiana di un gruppo internazionale, con una copertura pressoché completa delle risposte; si ritiene quindi che le evidenze siano sufficientemente rappresentative.

Di seguito la sintesi delle evidenze commentate con lo scopo di individuare elementi comuni o evidenti polarizzazioni del campione.

41. Definizione di modello

Introduzione

Questa sezione della *survey* ha l'obiettivo di investigare la presenza presso le banche analizzate di un *framework* di *Model Risk Management*, le strutture organizzative coinvolte e i criteri di definizione del modello.

E' evidente che questi elementi sono il presupposto di un approccio strutturato perché identificano una chiara attribuzione di responsabilità e un perimetro di intervento che deriva dalla puntuale identificazione del set modelli inclusi nel *framework*.

Evidenze

Al di là di poche eccezioni limitate a banche di dimensioni minori, un *framework* di *Model Risk Management* è all'attenzione in modo trasversale a tutto il campione; dove invece la componente dimensionale della banca svolge un ruolo determinante è nell'allocatione della struttura di riferimento che vede per le banche di dimensioni maggiori la presenza in organigramma di una funzione **specific**a di *Model Risk Management*. Laddove invece non è attualmente operativa una struttura ad hoc, le prerogative su questa tematica sono allocate alla Convalida interna che di fatto costituisce il nucleo attorno al quale si vanno a costruire le competenze da cui potenzialmente si gemmano le strutture ad hoc.

Con qualche rara eccezione, praticamente tutte le banche del sistema hanno una definizione chiara di modello ossia dei requisiti (più o meno strutturati) secondo i quali un "algoritmo" rientra nella categoria di Modello e come tale incluso nel dominio del *framework* di *Model Risk Management*.

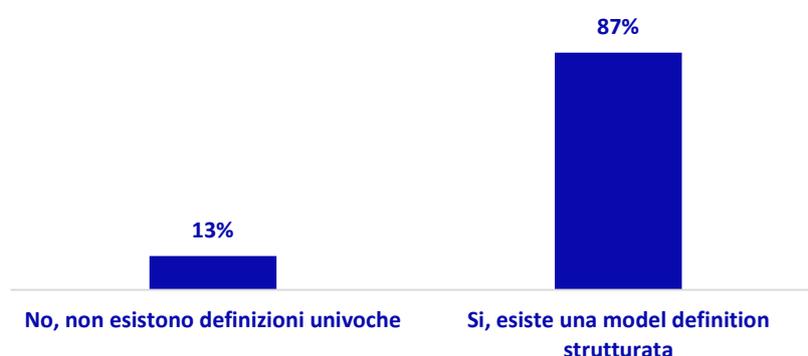


Figura 7.1 – Esiste una chiara definizione di modello?

I criteri più comuni di inclusione fanno riferimento a:

- modelli utilizzati per finalità regolamentari;
- modelli basati su tecniche statistiche matematiche di un certo livello di complessità.

Più raramente il criterio di inclusione è riferibile alla frequenza del suo utilizzo o al suo utilizzo su decisioni aziendali considerate strategiche.

Dove la componente dimensionale diventa un elemento discriminante, è il livello di strutturazione di questi criteri che vede per le banche di dimensioni maggiori la presenza di **check list e/o di regole decisionali prescrittive** che definiscono la catalogazione a Modello e la relativa inclusione nel *framework* di *Model Risk Management*. Questa condizione è generalmente associata ad un maggiore livello di maturazione in quanto le prassi vengono opportunamente strutturate in criteri oggettivi che risultano più prescrittivi, replicabili, auditabili riducendo l'aleatorietà delle interpretazioni da parte dei *Model Owner*.

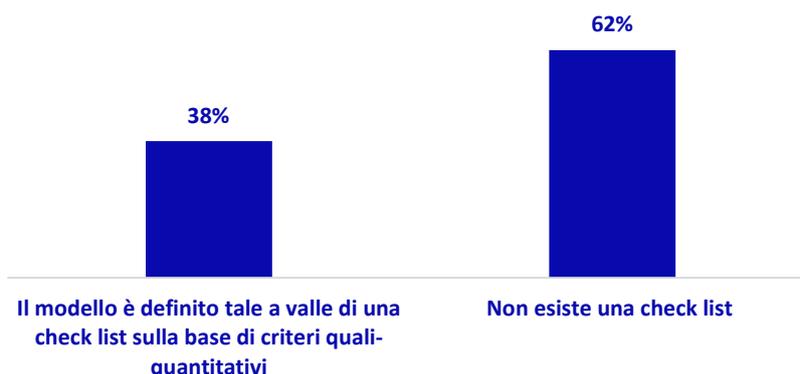


Figura 7.2 – Quali sono i criteri di definizione di modello?

Considerazioni finali del paragrafo

Il campione mostra una trasversale consapevolezza delle tematiche di Model Risk Management che è il presupposto di un percorso di graduale implementazione di processi specifici. Il livello di maturità risulta però differenziato e si riflette nella presenza o meno di strutture organizzative dedicate e di criteri di classificazione oggettivi.

42. Mappatura dei modelli

Introduzione

Questa sezione della *survey* ha l'obiettivo di investigare i criteri con cui i modelli, una volta riconosciuti come tali (si veda paragrafo precedente) sono mappati. Si è

proceduto inoltre con un approfondimento sul livello di dettaglio riferibile alle informazioni “anagrafiche” del modello e ai collegamenti con altri modelli.

In sostanza questa sezione investiga quelli che tecnicamente sono denominati *Model Inventory* (ossia la lista dei modelli e dei relativi attributi che li qualificano) e *Model Map* (ossia le relazioni e i tipi di relazione che intercorrono tra i modelli).

Evidenze

L’elemento comune a tutto il campione è che tutte le Banche hanno implementato un *Model Inventory* nel quale (con perimetri e patrimonio informativo diversi) sono mappati i modelli considerati rilevanti, esiste quindi trasversalmente un’anagrafica adeguatamente strutturata e aggiornata. Nel perimetro sono inclusi prevalentemente i modelli di *Risk Management* “significativi”.

I *Model Inventory* includono i **modelli** e le loro eventuali **versioni** che si sono succedute nel corso del tempo, non sempre invece sono puntualmente mappati gli “**usi**” del modello ossia, stante la **versione** in operativo, quali sono le applicazioni sottostanti (ad esempio un’applicazione sia regolamentare che gestionale dello stesso modello) che possono eventualmente comportare delle variazioni del modello stesso (ad es. calibrazioni specifiche). In un approccio completo evidentemente la mappatura dovrebbe includere la mappatura della gerarchia **modello-versione-uso**.

A parte questo elemento sostanzialmente comune, il campione presenta differenze **molto significative** in base agli elementi investigati.

Un primo elemento differenziante è sul numero di modelli incluso nel *Model Inventory*.

In alcuni casi i modelli sono alcune decine fino ad arrivare ad alcune centinaia (c.a. 300). Sebbene quest’ultimo numero possa risultare elevato, si rammenta che il *framework* di *Model Risk Management* vuole essere trasversale a tutte le funzioni banca ognuna delle quali è caratterizzato da un numero di “algoritmi” significativo.

Inoltre, se consideriamo la pluralità di modelli di *risk management*, contabili, gestionali e, per alcuni istituti di dimensione internazionale, le specificità di modelli locali, è evidente che questa numerosità è tutt’altro che eccessiva.

Una lettura di questo dato quindi fa emergere che nel *Model Inventory* in cui sono presenti un numero limitato di modelli (orientativamente fino a 50) costituisce un *framework* di avvio mentre numerosità maggiori si riferiscono ad un approccio più pervasivo e strutturato.

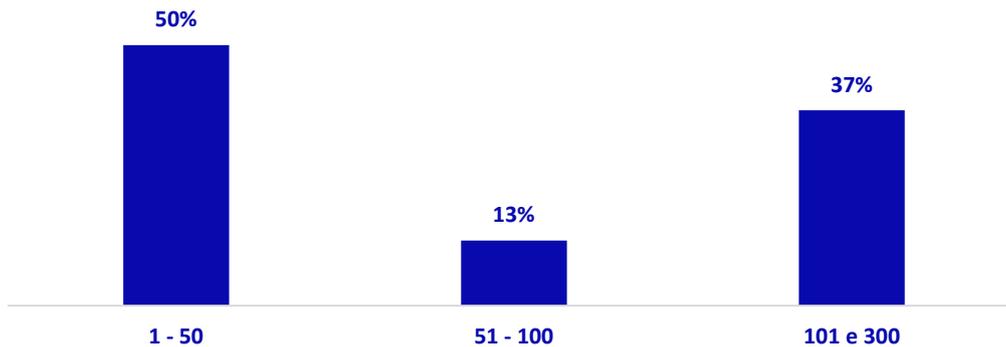


Figura 7.3 – Qual è il numero di modelli interni attualmente registrati?

Relativamente al patrimonio informativo da includere nel *Model Inventory*, la *survey* ha investigato presso le diverse Banche partecipanti la mappatura nell’inventario delle seguenti informazioni:

- Informazioni generali (es. fase del ciclo di vita, stato, dati input, ambito di applicazione, output prodotto dal modello ...);
- Rilevanza associata (*Tier*);
- Funzioni coinvolte nella *governance* del modello;
- Valutazione rischio modello;
- Mitigazione del rischio modello (es. limitazioni all'uso del modello);
- Monitoraggio del modello/tipo di utilizzo;
- Attività di validazione;
- Rilievi audit, autorità di vigilanza e convalida;
- Documentazione allegata (schede modello, report di convalida, analisi tecniche e funzionali a supporto delle implementazioni, ecc...).

I risultati della *survey* evidenziano che nel *Model Inventory* il set di informazioni sostanzialmente comune a tutte le Banche partecipanti è rappresentato da:

- Informazioni generali (es. fase del ciclo di vita, stato, dati input, ambito di applicazione, output prodotto dal modello ...);
- Attività di validazione.

A partire da questo set **minimo** si vanno gradualmente ad aggiungere le altre sezioni informative dove, nuovamente, l’elemento dimensionale dell’istituto è direttamente proporzionale all’ampiezza delle informazioni raccolte.

È evidente che all'aumentare del numero di modelli e del set informativo raccolto, gli strumenti di produttività individuale (prevalentemente fogli Excel) sono sempre meno indicati ad implementare il *Model Inventory* che pertanto tende ad essere gestito da applicazioni specifiche. A titolo puramente indicativo quando i modelli mappati superano poche decine, i fogli Excel tendono a costituire un limite operativo per cui è necessario scalare a soluzioni più strutturate.

Si evidenzia che un elemento critico nella gestione del *Model Inventory* è la continua manutenzione pena la rapida obsolescenza delle informazioni contenute soprattutto se ha anche l'ambizione di includere informazioni sui rilievi interni (Convalida) o esterni (*findings* regolamentari).

L'ultimo elemento investigato è la *Model Map* ossia la mappatura dei collegamenti a monte e a valle che ciascun modello ha con altri modelli (a titolo di esempio un modello di *rating* è collegato a valle con un modello di monitoraggio crediti). Questo collegamento è rilevante per identificare come eventuali criticità su un modello a monte si possano riflettere su quelli a valle.

L'indagine tuttavia evidenzia che la *Model Map* è presente unicamente per banche Significant (o appartenenti ad analoghi gruppi internazionali); il resto del campione dichiara di non avere in essere una *Model Map* strutturata (ovviamente non esclusa nelle evoluzioni future).

Considerazioni finali del paragrafo

Quest'area entra più nel dettaglio degli aspetti operativi e comincia a cogliere degli elementi di differenziazione in alcuni casi abbastanza evidenti. In particolare si evince la polarizzazione del campione tra le (poche) banche che hanno un elevato numero di modelli sotto il perimetro del *Model Risk Management* e pertanto un *Model Inventory* e una *Model Map* strutturata e tutto il resto del sistema che è ancora in una fase preliminare che evidenzia un percorso in divenire.

43. Ciclo di vita del modello e strutture organizzative coinvolte

Introduzione

Questa sezione della *survey* ha l'obiettivo di investigare gli aspetti organizzativi con cui il *framework* di *Model Risk Management* è stato implementato con particolare riferimento ai processi e alle *policy* interne.

Evidenze

Ove presente, la struttura di *Model Risk Management* si colloca all'interno dell'area *Chief Risk Officer* evidentemente come naturale evoluzione del posizionamento di avvio in genere presso le strutture di Convalida Interna così come il suo mandato che risulta a livello di gruppo, o come *owner* diretto o come funzione guida per le eventuali responsabilità distribuite sulle *legal entity* del gruppo.

Si fa notare comunque come la presenza della struttura di *Model Risk Management* non si possa considerare come uno standard di mercato in quanto risulta formalmente presente solo presso le banche di dimensioni maggiori (o affiliazioni appartenenti a istituti di grandi dimensioni).

Si evidenzia che buona parte del campione ha in essere una specifica *policy* che disciplina ruoli e responsabilità riconducibili al framework *Model Risk Management* per quanto in diversi casi sia stata segnalata oggetto di ulteriori evoluzioni.

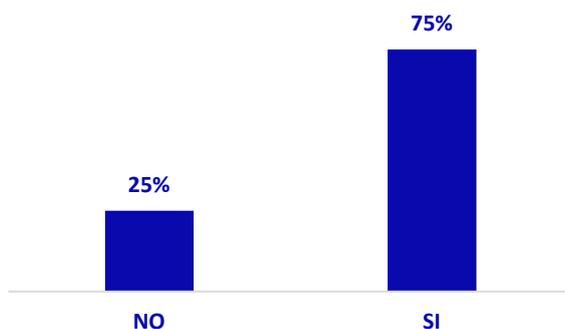


Figura 7.4 - Esiste una *policy* che disciplina ruoli, responsabilità, controlli, processi, reportistica, KPI?

Ne deriva che i processi operativi di gestione del ciclo di vita del modello (ossia dal disegno concettuale fino alla realizzazione, monitoraggio e dismissione dello stesso) siano stati in buona parte disegnati (anche se non sempre è stato specificato il livello di dettaglio) e risultano avere delle differenziazioni in base ad alcuni driver (ad esempio il *tiering* del modello, la natura regolamentare o gestionale, il rischio misurato dal modello, ...).

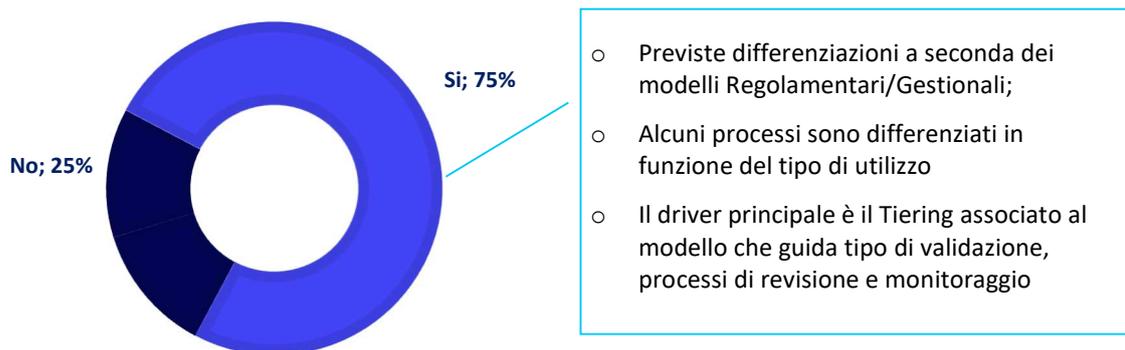


Figura 7.5 - Esistono delle differenziazioni nei processi operativi e quali sono i driver di queste differenziazioni?

Risulta invece disomogenea la formalizzazione della gestione dei *findings* che in circa i 2/3 del campione risulta essere normato, mentre nella parte rimanente è gestito sulla base di prassi che prevedono un'*escalation* agli organi di governo solo per quelle più rilevanti.

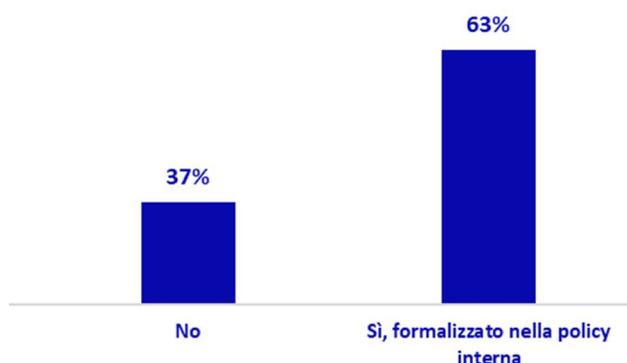


Figura 7.6 - Esiste un processo di gestione delle issue di Model Management con definizione delle azioni di rimedio correlate alla gravità?

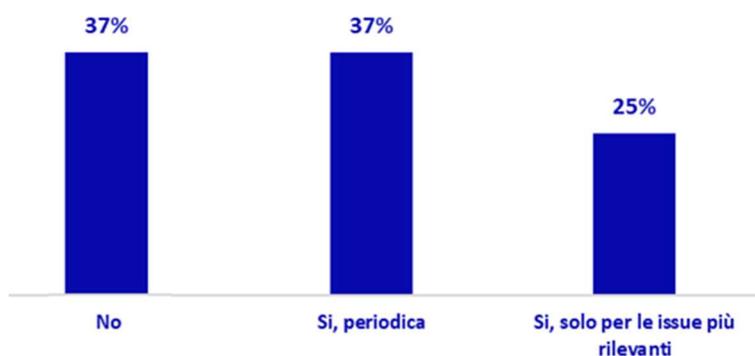


Figura 7.7 - Le issue sono oggetto di informativa al Board almeno per le issue rilevanti?

Un altro elemento comune è il dimensionamento delle risorse allocate, formalmente o informalmente alle attività riconducibili al *Model Risk Management*, che risulta essere contenuto (al di sotto di 10 risorse).

Considerazioni finali del paragrafo

Questa sezione della *survey* tende a mostrare in particolare per le banche di dimensioni maggiori (o sussidiarie italiane di gruppi *significant*) una buona copertura sul fronte processi e regolamenti interni con una apparentemente chiara attribuzione di ruoli e responsabilità. Le banche di dimensioni minori sembrano avere una disomogeneità in termini di profondità e specializzazione dei *task* che gestiscono il ciclo di vita dei modelli, che sembrano riferibili più a prassi consolidate che a specifiche procedure operative.

44. Quantificazione del rischio modello

Introduzione

Questa sezione della *survey* non ha l'obiettivo di investigare aspetti metodologici, che richiederebbero una *survey* ad hoc, bensì di mettere a fuoco se in questo momento la problematica della quantificazione del rischio modello è all'attenzione del sistema bancario e in caso affermativo su quale perimetro. Le domande pertanto sono state sviluppate per rilevare il contesto e non gli aspetti quantitativi sottostanti.

Evidenze

Dall'indagine emerge che il tema del *Model Risk Assessment* è una tematica all'attenzione di tutto il campione (indice che la gestione del ciclo di vita dei modelli tenderà ad assumere oltre ad un carattere gestionale anche metodologico) sebbene per gli aspetti quantitativi la dimensione degli istituti è un driver discriminante.

Ove avviate delle misurazioni del rischio modello (si ricorda la rilevanza del driver dimensionale dell'istituto):

- l'approccio prevalente prevede tecniche qualitative affiancate marginalmente da analisi quantitative (che ricordiamo non sono state oggetto di indagine e quindi non specificate nel prosieguo);
- l'oggetto di indagine è il singolo modello, oggetto quindi di valutazioni "*stand alone*".

Non si evince una risposta univoca circa la presenza di un **Model Risk Appetite** approvato dal *Board* (la cui presenza è riferibile agli istituti di dimensione maggiore) il che fa presupporre, vista la rilevanza del tema, un percorso evolutivo differenziato tra i vari istituti ma comunque direzionato verso un graduale orientamento alla predisposizione di un framework di *Model Risk Appetite*.

Considerazioni finali del paragrafo

Nei limiti del *set* informativo analizzato, emerge chiaramente che il *Model Risk Assessment* è un elemento approcciato in modo molto disomogeneo con elementi di forte complessità visto il connotato metodologico sottostante e la pluralità dei modelli nel perimetro di applicazione.

Il *Model Risk Assessment*, oggi trattato come un elemento inserito in un contesto di indagine più esteso, merita pertanto un approfondimento specifico in cui analizzare le componenti metodologiche quali-quantitative sia in ottica *stand alone* sia in ottica di integrazione tra i diversi modelli.

45. Reportistica interna e KPI

Introduzione

Questa sezione della *survey* intende evidenziare gli aspetti implementativi dei *reporting* interni intesi come *framework* di sintesi di un contesto particolarmente complesso che deve selezionare e rappresentare ai diversi *stakeholders* gli elementi rilevanti e le eventuali criticità. È evidente che l'assenza di un impianto di *reporting* efficace vanifica buona parte del valore aggiunto dei processi interni di *Model Risk Management*.

L'indagine intende rilevare il perimetro oggetto del *reporting*, la frequenza e i destinatari.

Evidenze

Il primo aspetto analizzato è la presenza e la frequenza del *reporting* interno da cui emerge che sostanzialmente tutto il campione, ad eccezione di una banca Less Significant, ha uno **specifico reporting** che produce evidenze con frequenza periodica ed è pertanto strutturato. E' evidente che gli elementi presenti nel *reporting* riflettono lo stato di maturità del *framework* interno di *Model Risk Management* che pertanto esclude, negli istituti dove gli aspetti quantitativi sono ancora in fase embrionale, le componenti di quantificazione del rischio modello (configurandosi di fatto come un reporting di *Model Management*).

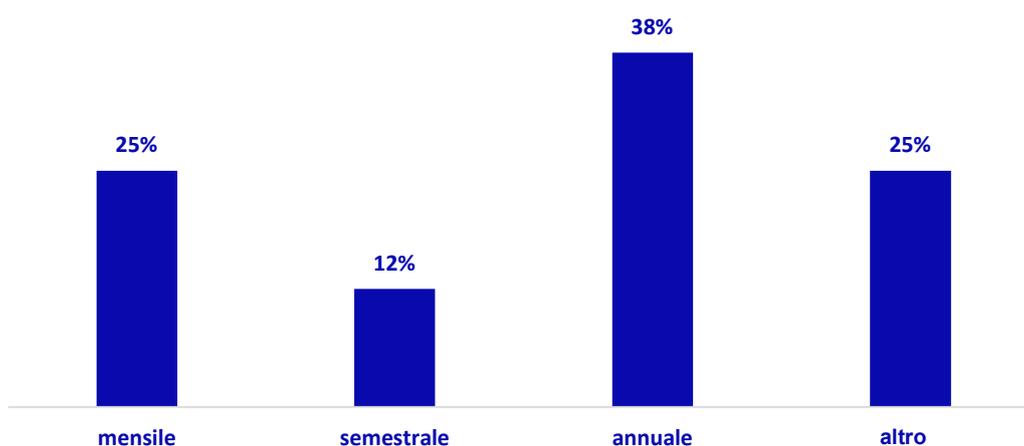


Figura 7.8 - Con che frequenza viene prodotto il reporting del Model Risk Management?

Relativamente alla frequenza di produzione del *reporting* il campione evidenzia una dispersione in merito alle possibili risposte. Le risposte hanno coperto tutte le casistiche con casi in cui la frequenza è in corso di ridefinizione.

Si fa notare che i destinatari del *reporting* sono organi direzionali, il che evidenzia che la tematica è inquadrata come un aspetto di *governance*, tra cui il Comitato Rischi (che è sostanzialmente indicato sempre tra i destinatari) e con accezioni diverse al *Senior Management* e al Consiglio di Amministrazione.

Ove presente il *tiering* dei modelli è un driver significativo per differenziare contenuti e frequenza del reporting.

In merito ai contenuti del reporting erano stati identificate nella survey una serie di possibili aree, di seguito riportate:

- Perimetro modelli;
- Ripartizione dei modelli per tiering;
- Ripartizione dei modelli per famiglia o tipologia;
- Fase del ciclo di vita in cui si trovano i modelli;
- Tempistiche di attraversamento delle fasi del ciclo di vita dei modelli;
- Deep dive su specifici modelli;
- Evidenze delle funzioni di controllo e delle attività di convalida svolte;
- Descrizione caratteristiche dei modelli in fase di sviluppo;
- Distribuzione delle evidenze delle funzioni di controllo per gravità e famiglia di modello;
- Tempistiche di indirizzamento delle evidenze aperte sui modelli;
- Misure di sintesi del model risk e-o di model reliability.

Il campione ha segnalato che i reporting interni coprono questi elementi a “macchia di leopardo” ossia non sono tutti presenti e sono diversi da banca a banca, risulta pertanto difficile evidenziare una *common practice*. L’interpretazione potrebbe essere l’assenza di indicazioni regolamentari specifiche sulle dinamiche da monitorare e pertanto il sistema costruisce le metriche sulla base delle esigenze interne che ovviamente sono specifiche e dipendenti dal contesto interno diverso da istituto a istituto.

Un ultimo aspetto investigato è se il *reporting* di *Model Risk Management* sia integrato con le altre tipologie di reportistica riguardanti i modelli o reportistica integrata con gli altri rischi. In questo caso il campione è unanime in una risposta negativa il che mette in evidenza che queste tematiche sono sviluppate e veicolate in modo specifico.

Considerazioni finali del paragrafo

L’analisi delle risposte evidenzia che i livelli di maturità del reporting sono sensibilmente diversi ossia alcuni sistemi di *reporting* sembrano più maturi in particolare per le Banche *Significant* (o appartenenti a gruppi *Significant*), riducendosi di complessità e di ampiezza dei contenuti sulle banche di dimensione minore.

Ci si attende che una volta che il *framework* regolamentare si andrà definendo il reporting tenderà ad arricchirsi e a standardizzarsi rispetto la situazione attuale che evidenzia la rappresentazione di tematiche legate al contesto interno.

46. Sistemi a supporto

Introduzione

Questa sezione della *survey* affronta la tematica particolarmente complessa delle soluzioni applicative a supporto del *framework* di *Model Risk Management*. Come evidenziato nel capitolo specifico le soluzioni applicative presentano molti elementi funzionali necessari a gestire processi molto articolati e distribuiti. Inoltre, la relativa novità del *Model Risk Management* lascia aperti molti spazi di interpretazione funzionale che si riflettono sulle soluzioni applicative.

Evidenze

Con poche eccezioni, tutti gli Istituti si stanno confrontando con l'avvio o l'evoluzione di una soluzione specifica. Questa condizione è indicativa di un livello di complessità attuale o comunque imminente che richiede soluzioni ad hoc per quanto preliminari o parziali. La condizione comune al campione è che praticamente tutte le banche hanno un programma di sviluppo in corso o in corso di definizione.

Al di là di questo elemento, è negli aspetti di dettaglio che si manifestano elementi di forte disomogeneità sulla maturità delle soluzioni implementate e sulla relativa copertura funzionale.



Figura 7.9 - E' presente una soluzione applicativa a supporto del Model Risk Management e qual è il livello di maturazione della soluzione adottata?

Il primo elemento che vale la pena evidenziare è che solo un partecipante ha dichiarato di avere una soluzione a regime ossia ad uno stato di sviluppo già in linea con una configurazione target; pertanto lo stato dell'arte è che ci si trova in uno stadio intermedio (e in diversi casi preliminare) in cui sono in corso investimenti.

Su questo secondo punto emergono una serie di differenziazioni, si registrano infatti risposte da cui emergono soluzioni temporanee che hanno raggiunto un certo livello di strutturazione (ma passibili di evoluzioni) e progettualità che sono in fase di avvio (inclusi i prototipi in *Excel*).

Al di là del livello di maturazione, il quadro funzionale emerso sembra abbastanza chiaro con dei tratti comuni tra tutte le banche che hanno una progettualità **attiva**:

- In linea di massima le soluzioni sono applicate a modelli regolamentari e gestionali di *Risk Management* (solo in un caso il perimetro risulta più esteso e in un altro caso ristretto ai soli modelli regolamentari).
- La configurazione è riconducibile ad una piattaforma accentrata in capogruppo aperta alle *legal entities* controllate (ove applicabile) e distribuita presso tutti gli utenti coinvolti nel ciclo di vita del modello (in tutti i casi intercetta gli utenti dell'area sviluppo modelli).
- In merito alla completezza del *Model Inventory* la soluzione consente la tracciatura di tutte le informazioni anagrafiche (ID, versioning, ecc.) consentendo l'identificazione delle modifiche intervenute (questa condizione non è applicabile ai prototipi in *Excel*).
- Il blocco funzionale del *Document Management* (inteso come possibilità di archiviare specifica documentazione da associare ai modelli) è prevista ma non ancora implementata in tutte le soluzioni che evidentemente hanno dato priorità alla componente di Inventory rispetto a quella documentale.

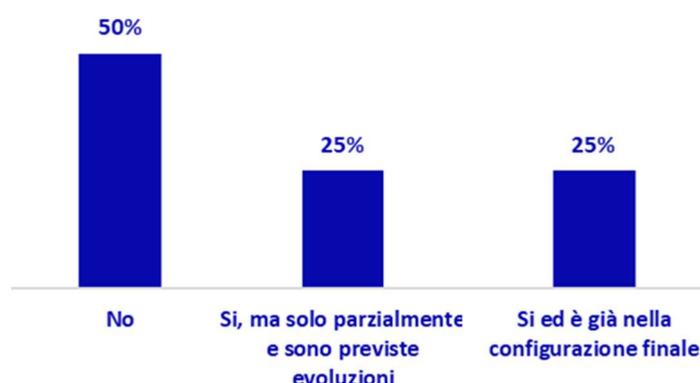


Figura 7.10 - La soluzione applicativa attuale gestisce funzionalità di Document Management?

- Analogamente al punto precedente dato che la componente di *Model Map* (ossia la possibilità di mappare i legami gerarchici tra i modelli) è presente solo in parte presso il campione questa condizione si riflette sulle soluzioni applicative.



Figura 7.11 - Nella soluzione applicativa sono censiti i legami tra modelli e processi gestionali?

- Le funzionalità di *data management* non sembrano essere attualmente uno standard, evidentemente per la limitata elaborazione di dati rivenienti da altre applicazioni (ad esempio interazione con gli ambienti di convalida o di laboratorio); verosimilmente saranno oggetto di evoluzione nelle successive versioni.

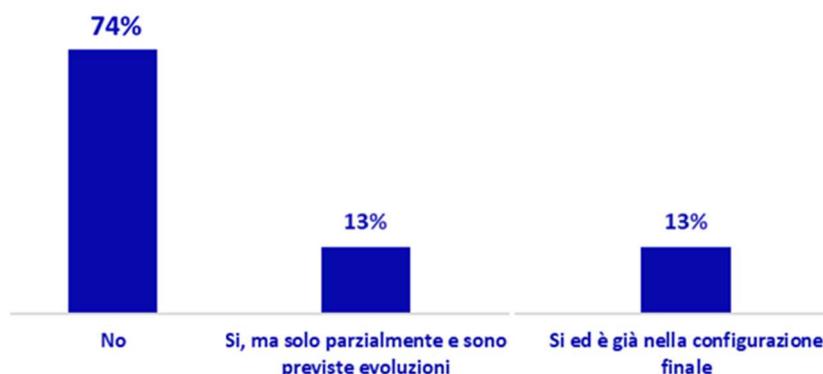


Figura 7.12 - La soluzione applicativa attuale gestisce funzionalità di data management?

- Ad eccezione di un caso, anche le funzionalità di *Reporting* sembrano essere fuori dall'attuale perimetro funzionale verosimilmente sia per una maggiore focalizzazione sulle funzionalità "core" sia per la presenza di strumenti esterni con cui predisporre eventuali interazioni per la visualizzazione dei risultati. In linea di massima la messa a disposizione agli utenti di viste sintetiche con

possibilità di drill down è un elemento sostanziale nella massimizzazione delle informazioni raccolte dalle soluzioni di *Model Risk Management* e si ipotizza sarà all'interno del percorso evolutivo.

- La funzionalità di analisi e attribuzione del *Tiering* dei modelli è solo parzialmente presente (ci riferiamo alla possibilità di attribuire la rilevanza del modello secondo criteri strutturati come questionari o *scorecard* o alberi decisionali) evidenziando un'attribuzione prevalentemente esperta di questa informazione da parte del *Model Owner*.

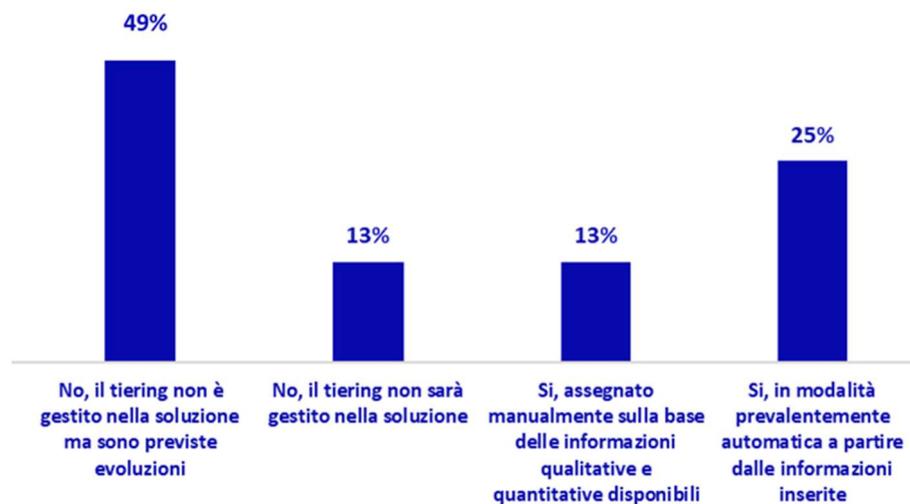


Figura 7.13 - La soluzione applicativa attuale gestisce funzionalità di tiering?

- Ad eccezione di un caso in cui la componente di *Model Risk Assessment* sia parte integrante della soluzione, questa funzionalità (o meglio insieme di funzionalità quali-quantitative) è presente presso soluzioni esterne e a valle tracciate nella soluzione. Questo aspetto, contrariamente ai *gap* precedenti sembrerebbe una scelta funzionale specifica ossia di focalizzare la soluzione di *Model Risk Management* sugli aspetti più gestionali, appoggiandosi per le componenti di calcolo ad ambienti esterni specializzati (ad esempio di laboratorio o di validazione).

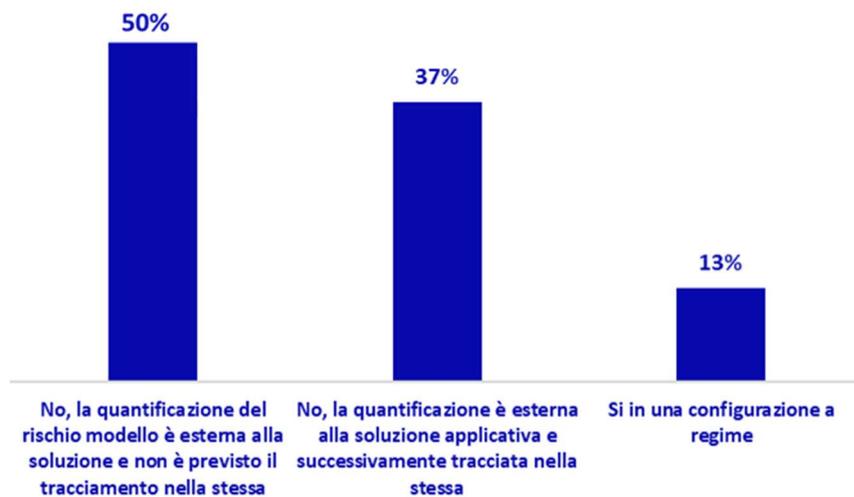


Figura 7.14 - La soluzione applicativa attuale gestisce funzionalità di Model Risk Assessment?

- In merito alla gestione dei *findings / issue* del modello, il campione fornisce configurazioni diverse ossia c.a. metà del campione evidenzia che la gestione di questi aspetti è inclusa nell'applicativo (facendo una scelta di integrare nella soluzione tutti gli aspetti del ciclo di vita del modello), l'altra metà invece ne evidenzia la gestione tramite applicativi esterni. In questo caso non è chiaro se si tratta di una scelta funzionale specifica piuttosto che un *gap* funzionale, si evidenzia comunque nel caso di soluzioni esterne l'opportunità di attivare un dialogo con la soluzione di *Model Risk Management*.
- In linea di massima non sembrano essere presenti una funzionalità di *Scheduling* o di *Reminder* per la gestione delle scadenze che pertanto sono risolte gestionalmente sulla base di prassi aziendali.
- Ad eccezione di un caso, la soluzione non prevede la presenza di un *Workflow Engine* che implementi processi predeterminati e innescati da specifici eventi scatenanti. Questa funzionalità è attualmente risolta fuori procedura. Sebbene sulla *survey* non siano presenti informazioni specifiche, questo elemento lascia intendere che questa configurazione possa essere considerata di avvio almeno per le banche con un numero significativo di modelli, in cui la gestione dei processi tende ad essere particolarmente complessa e necessita un supporto tecnologico, mentre in altri casi, vista la limitata complessità, potrebbe non essere un elemento indispensabile.
- Sostanzialmente in tutte le configurazioni le informazioni presenti negli ambienti di laboratorio e di convalida (ad esempio esiti dei controlli quantitativi) sono alimentate manualmente nella soluzione di *Model Risk Management*. Vista la rilevanza di questo set informativo per la definizione degli stati gestionali del modello, sembra emergere come elemento necessario ma verosimilmente di priorità più bassa rispetto al set up della componente di *Model Inventory*.

Considerazioni finali del paragrafo

Gli aspetti applicativi risultano essere particolarmente complessi da generalizzare; in linea di massima le risposte sembrano sottolineare che le iniziative in essere siano riferibili più ad una **fase di sviluppo o di evoluzione delle soluzioni** a supporto che di finalizzazione delle stesse, lasciando pertanto spazio ad una serie di investimenti la cui complessità è dipendente dalla dimensione dell'Istituto. Parallelamente, sembra emergere che ovunque il perimetro funzionale atteso sia complesso il che evidenzia un percorso abbastanza delineato su soluzioni gestionali che avranno come elemento *core* il *Model Inventory* e la *Model Map*.

47. Considerazione conclusiva della survey

Il *Model Risk Management*, sebbene sotto il profilo operativo sia già all'attenzione delle strutture coinvolte quotidianamente nello sviluppo e nella gestione dei modelli di rischio (in particolare di natura regolamentare), non ha ancora raggiunto un livello di maturità presso il sistema tale da poterlo considerare un processo "*core*" organico e distribuito presso tutte le strutture aziendali.

Siamo verosimilmente di fronte ad una tematica che ha ancora contorni abbastanza sfumati ma che sta cristallizzando, attorno ad alcuni elementi fondanti, una serie di esperienze specifiche che andranno a prendere consistenza nel corso dei prossimi anni, parliamo pertanto di una disciplina in parte da costruire con il contributo delle banche (tramite le esperienze progettuali in corso) e dei *Regulators*.

48. GLOSSARIO

- **Ciclo di vita di un modello (*Model Management*):**

Framework concettuale che descrive il processo attraverso il quale un modello evolve dalla sua concezione iniziale fino all'eventuale dismissione, passando attraverso le fasi di sviluppo, implementazione, rilascio in produzione, monitoraggio, gestione dei rilievi e successivi adeguamenti. Le fasi del ciclo di vita coinvolgono diverse strutture organizzative (*stakeholders*) che a vario titolo intervengono sul modello.

- **Findings:**

Rilievi di inadeguatezza del modello provenienti dalle funzioni di controllo e/o dell'Autorità di Vigilanza. I *findings* sono classificati in base alla loro gravità e sono allocati a specifici *owner* per la loro risoluzione, mitigazione e monitoraggio. La gestione dei *findings* rientra nella gestione del ciclo di vita del modello e hanno degli impatti sui *KPI* e sul *Model Risk Assessment*.

- **Key Performance Indicator (KPI):**

Indici di sintesi finalizzati a rappresentare specifiche grandezze del modello (ad esempio *performance*, tempi di attraversamento, numero di *findings*, ...) che costituiscono i driver gestionali dei processi di *Model Management*. *KPI* stringenti sono indicativi di una gestione efficiente del ciclo di vita del modello.

- **Model Inventory:**

Inventario di tutti i modelli appartenenti al perimetro del *Model Risk Management* indipendentemente dal loro stato di utilizzo (in corso di sviluppo, in essere, dismessi); è caratterizzato dalla collezione delle informazioni necessarie alla gestione del ciclo di vita (ad esempio informazioni anagrafiche, di performance, di utilizzo, ...). L'inventario richiede la declinazione di alcuni elementi chiave, quali la definizione di modello, il livello di granularità delle informazioni e le regole di classificazione dei modelli.

- **Model Map (Model Landscape):**

Mappatura delle relazioni (e dei tipi di relazioni) che intercorrono tra i diversi modelli presenti nel *Model Inventory*. La *Model Map* consente di creare una

panoramica globale di tutti i modelli e delle loro connessioni. Può essere rappresentata in forma tabellare o di modello entità-relazioni.

- **Model Owner:**

Funzione che ha la responsabilità **complessiva** del modello. Si distingue da tutte le altre funzioni che intervengono a vario titolo sul modello come proprietarie di **specifiche** attività (ad esempio *ICT* è *owner* del passaggio in produzione dei modelli ma non è *Model Owner*) in quanto responsabile del modello nella sua totalità. In altri termini il *Model Owner* ha l'*accountability* del modello e ne garantisce / supervisiona l'adeguata progettazione, il corretto funzionamento e l'uso appropriato.

- **Model Risk:**

Perdita potenziale derivante da decisioni erronee assunte sulla base delle stime ottenute da un modello, a causa di errori nello sviluppo, nell'attuazione o nell'utilizzo del modello stesso.

- **Model Risk Assessment:**

Processo valutativo, da un punto di vista quali/quantitativo, degli impatti derivanti del rischio insito nell'applicazione di un modello (*Model Risk*). La valutazione del rischio modello ha l'obiettivo di valutare l'incertezza e la materialità delle perdite derivanti dell'utilizzo del modello stesso.

- **Model Risk Appetite:**

Processo di determinazione della propensione al *Model Risk* che fissa ex ante gli obiettivi di rischio che l'intermediario intende raggiungere e i conseguenti limiti operativi.

- **Model Risk Management (MRM):**

Il governo del rischio del modello (*Model Risk Management*) si concretizza mediante la realizzazione di un *framework* metodologico e organizzativo che si propone di definire e identificare i modelli, assegnare la relativa priorità (*Tier*) ed assicurarne il presidio nell'ambito di una piattaforma centralizzata (*Model Inventory*), nonché procedere con le attività di valutazione, monitoraggio e mitigazione del rischio.

- **Model Risk Mitigation:**

Processo di mitigazione dell'esposizione al *Model Risk* in funzione della sostenibilità del rischio stesso. Le azioni di mitigazione possono intervenire sul modello o sulle sue modalità di applicazione (ad esempio correttivi prudenziali, limitazioni d'uso, ecc.).

- **Model Risk Monitoring and Reporting:**

Processo volto al continuo controllo dell'esposizione al *Model Risk* e alla corretta implementazione del ciclo di vita del modello (*Model Management*), risultato di specifici processi valutativi che si concretizza con la redazione di informazioni di sintesi (*Reporting Dashboard*).

- **Principio di Proporzionalità:**

Differenziazione dell'approccio *Model Risk Management* in base alla complessità operativa e alla dimensione dell'istituzione finanziaria. Istituzioni di sistema con elevata complessità operativa avranno approcci più strutturati, unità organizzative maggiormente dimensionate e soluzioni tecnologiche avanzate.

- **Reporting Dashboard:**

Insieme di *report* che supportano la diffusione, a vari livelli, di informazioni sullo stato di salute dei modelli e sul livello dei rischi connessi, nonché sulla qualità del presidio del ciclo di vita dei modelli.

- **Score di Model risk**

E' la misura che esprime sinteticamente il rischio associato a ciascun modello e può essere definito come il valore "netto" risultante dalla valutazione dei rischi specifici ridotta per effetto delle mitigazioni.

- **Tiering, Model risk tiering**

Il *Tiering* di un modello rappresenta il suo livello di rilevanza per finalità regolamentari e/o di *decision making*. Più elevato è il *tiering*, più il modello assume rilevanza. E' un indice basato o su valutazioni esperte o meglio su *tiering factors*, ossia *driver* che combinati tra loro (ad esempio in una scorecard) consentono di attribuire il *Tier* (rilevanza) del modello.