



**UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE**  
**FACOLTÀ DI ECONOMIA “GIORGIO FUÀ”**

---

Corso di Laurea Magistrale in Scienze Economiche e Finanziarie

**La gestione del rischio inimmaginabile:  
un possibile modello di valutazione**

**Unimaginable risk management:  
a possible evaluation model**

Relatore: Chiar.mo  
Prof. Giampaolo Crenca

Tesi di Laurea di:  
Davide Di Marcoberardino

Correlatore: Chiar.mo  
Prof. Marco Cucculelli

Anno Accademico 2018 – 2019

# Indice

<b>Introduzione .....</b>	<b>4</b>
<b>Capitolo I .....</b>	<b>8</b>
I.1 Il Cigno Nero .....	8
I.2 La tempesta perfetta e la teoria del “Dragon King” .....	13
I.3 Eventi anomali ma con conseguenze normali.....	15
I.4 L’inclusione del fenomeno nei modelli già esistenti .....	16
I.5 Prevenzione possibile? .....	18
I.6 Focus dell’analisi .....	19
<b>Capitolo II.....</b>	<b>22</b>
II.1 Metodologia seguita per determinare gli eventi .....	22
II.2 Prima analisi dei dati .....	28
II.3 Ipotesi tecniche di base.....	34
<b>Capitolo III .....</b>	<b>36</b>
III.1 La teoria collettiva del rischio .....	36
III.2 Distribuzione di probabilità del numero dei sinistri (N) .....	40
III.3 Distribuzione di probabilità del costo dei sinistri (X) .....	48
III.4 Danno aggregato dei sinistri (S).....	55
III.5 Eventi naturali ed eventi “man-made” .....	62
III.6 Focus sull’Asia .....	70
<b>Capitolo IV.....</b>	<b>77</b>

IV.1 Possibili conclusioni.....	77
IV.2 Scenari futuri.....	80
<b>Bibliografia e sitografia .....</b>	<b>83</b>
<b>Ringraziamenti.....</b>	<b>86</b>

# Introduzione

La scelta dell'argomento di questo elaborato è scaturita durante una lezione di Analisi delle politiche di welfare, quando il professor Crenca ci ha provocato sul tema, e cioè su come si potesse gestire il rischio che accada un qualcosa che si possa definire inimmaginabile; sono stato da subito affascinato e molto colpito da questa tematica, e ho cominciato da subito a ragionarci, fino a decidere di sceglierlo come argomento di tesi.

Infatti, quando assicurazioni, fondi pensione, aziende ed enti statali fanno delle previsioni su spese ed eventi futuri si basano, ovviamente, sui dati degli anni passati. Le difficoltà, già molto elevate, nello stimare in anticipo uscite future si alimenta ancor di più se si pensa a tutte le volte che accade un evento inaspettato o poco probabile; si può già ragionare sul fatto che, ad esempio, sia la normativa Solvency II, per quanto riguarda i requisiti patrimoniali delle assicurazioni, sia il VaR (Value at Risk), per qualsiasi altra analisi finanziaria o economica, si basano su probabilità, nel primo caso, del 99,5% nel secondo, del 95 o 99%. E se questo evento non fosse mai capitato prima o mai così intenso, sarebbe ancora più difficile ipotizzare una stima di danno e probabilità di accadimento.

La problematica che quindi si ha davanti non è di facile risoluzione, ma di grande importanza. Eventi, che da ora in poi chiamerò inimmaginabili, non sono più così pochi al giorno d'oggi e, quasi sicuramente, ce ne saranno ancor di più con i cambiamenti climatici in atto, l'aumento di frequenza e ampiezza delle calamità naturali, le turbolenze finanziarie, le incombenti crisi di risorse ed energia e i destabilizzanti disordini politici in moltissime parti del mondo. Per eventi inimmaginabili intenderò anche eventi "record" e cioè eventi che sono accaduti prima, ma mai di quella intensità; ad esempio se domani in Italia si scatenasse un terremoto del grado 9 della scala Richter si potrebbe essere tutti d'accordo sul fatto che quest'evento possa essere catalogato come inimmaginabile. Un altro esempio di un evento già accaduto ma considerato inimmaginabile in questo elaborato sarà quello di un evento il cui accadimento non era mai stato rilevato in una data zona o ne era data probabilità nulla.

L'altra criticità importante di questa tipologia di eventi è l'ingente costo da sostenere; infatti il verificarsi di eventi di questa fattispecie causano, nella maggior parte dei casi, un'enorme quantità di danni, molto difficili da assorbire tutti insieme. C'è da fare un'importante precisazione; in questo lavoro **non** si cercherà di prevedere quando, come e dove accadrà un evento, ma si cercherà di misurare la frequenza e l'impatto di un ipotetico e generico evento inimmaginabile e/o con queste caratteristiche. Questo per cercare di supportare un'efficace gestione del rischio anziché pensare a soluzioni sempre e solo dopo l'avvenuto accadimento.

Precisamente proverò a costruire la **distribuzione di probabilità** del verificarsi di questi rischi senza considerare la tipologia, quindi ottenendo una distribuzione di rischi eterogenei, che hanno nell'unicità e inimmaginabilità dello stesso il loro filo conduttore. Dopo aver trovato la distribuzione di probabilità del verificarsi dell'evento proverò la stessa operazione per gli importi per poi finire il lavoro proverò ad ottenere la distribuzione del danno aggregato. Si effettueranno poi due focus, uno sull'origine dell'evento e uno su l'area geografica che ha subito più sinistri di questo tipo.

Prevedere non è possibile, soprattutto in questi casi; ce lo dice Taleb nel suo libro: se l'attentato delle torri gemelle fosse stato preventivato i giorni precedenti, non si sarebbe potuto verificare perché in qualche modo, con qualche legge ad hoc o comunque in qualche altro modo, sarebbe stato evitato. Anche Elisabeth Patè-Cornell dice che "*L'analisi del rischio non consiste nel prevedere qualsiasi cosa prima che accada, ma sta solo dando la probabilità di vari scenari*". Questo è quello che si tenterà in questo lavoro di tesi.

Come si vedrà più avanti i rischi che considererò saranno quelli del possibile accadimento di un evento catastrofico d'impatto reale, cioè con impatto diretto su cose e persone.

Nel primo capitolo si introdurranno alcune teorie sugli eventi rari, con tendenze verso l'inimmaginabile, oggetto di studio in questo elaborato, fino ad arrivare a una

definizione più precisa e oggettiva possibile dell'evento considerato "inimmaginabile".

Nel secondo capitolo si illustreranno il database di riferimento, i metodi e le modalità utilizzati per catalogare gli eventi come inimmaginabili.

Nel terzo capitolo si tratterà la vera e propria analisi sugli eventi individuati nel capitolo II, studiandoli dal punto di vista statistico e attuariale, introducendo anche la Teoria del rischio complessivo, terminando con i due focus accennati poco sopra.

Nel quarto capitolo si concluderà l'analisi, provando ad andare a vedere come questo studio può essere utile per il futuro a stati o a organizzazioni sovranazionali per affrontare meglio la problematica.

# Capitolo I

Prima di iniziare la vera e propria analisi del problema, si introdurranno alcune teorie che hanno similitudini col tema di questo lavoro, in quanto non ci sono studi specifici su questo argomento. Infatti, quello che si tratterà non riguarderà le code della distribuzione degli eventi catastrofici, per cui ci sono studi comunque importanti e difficoltosi, ma eventi che si ipotizzano essere anche al di fuori delle code delle distribuzioni.

## I.1 Il Cigno Nero

Quello che si sta cercando di analizzare ha delle similitudini con quanto sostenuto da Nassim Nicholas Taleb nel suo libro [N. N. Taleb, Il cigno nero, Il Saggiatore, 2008], e nell'omonima teoria, "Il Cigno Nero". Egli ha scelto questa immagine prendendo spunto dall'avvistamento fatto da alcuni marinai olandesi in Australia, nel 1697; essi, mentre in Europa si sosteneva che tutti i cigni fossero bianchi, videro con i loro occhi dei cigni neri.



Taleb ha quindi preso spunto da questo accadimento per rappresentare un evento con le seguenti tre caratteristiche:

- 1) **Evento isolato che non rientra nel campo delle normali aspettative** poiché niente nel passato può indicare in modo plausibile la sua possibilità;
- 2) **Impatto enorme;**
- 3) Nonostante il suo carattere di evento isolato **la mente umana ci spinge a elaborare**, a posteriori, **giustificazioni** della sua comparsa per renderlo spiegabile e prevedibile.

Terje Aven ha rielaborato la teoria di Taleb e ha cercato di distinguere l'evento "Cigno Nero" in tre casistiche:

- 1) Eventi completamente sconosciuti (**Unknown unknowns**);
- 2) Eventi non sulla lista di eventi conosciuti dal punto di vista di coloro che hanno effettuato un'analisi del rischio (o un altro stakeholder), ma noti ad altri; quindi eventi sconosciuti per alcuni ma noti ad altri (**Unknown knowns, l'evento imprevisto**);
- 3) Eventi nella lista di eventi noti nell'analisi del rischio ma giudicati con una probabilità trascurabile di accadimento, e quindi non si ritiene che si

verifichino (**Known but not belived to occur because of low judged probability**).

Un'altra distinzione simile la fa Yanagida<sup>1</sup> distinguendo l'evento inimmaginabile in tre categorie:

- Una situazione che poteva essere attesa prima, ma è stata presa la decisione di non prenderla in considerazione. Ad esempio, ci sono diversi scenari di terremoto stimati, ma se la possibilità che si verifichi un determinato scenario è molto bassa, viene escluso dalla valutazione.
- Evento oltre le previsioni (Beyond Expectation)
- Nessuno conosce la situazione prima che essa si verifichi (che sarebbe poi il cigno nero)

Si può, anche in questo caso, fare l'esempio dell'attentato alle **torri gemelle** dell'11 settembre 2001; lo shock subito dal settore assicurativo ha fatto comprendere e adattare tutti a un nuovo rischio percepito. *“Non è che il rischio di terrorismo fosse precedentemente sconosciuto, piuttosto era che l'entità della distruzione e l'impatto finanziario istantaneo erano in precedenza inimmaginabili. Infatti, l'industria commerciale e quella degli incidenti hanno perso più del suo reddito netto dal 1999 al 2001 e la perdita stimata era di 120 volte il costo del precedente*

---

<sup>1</sup> Citato in G. Forino, S. Bonati, L. M. Calandra, Governance of Risk, Hazards and Disasters, Routledge, 2018

*bombardamento del “World Trade Center” del 1993*”. (Lucien J. Dhooge, A previously unimaginable risk potential: september 11 and the insurance industry, 2008). Verranno ora presentati alcuni esempi di “Cigno nero”<sup>2</sup>, diversi dall’11/9, elaborati da “Spire Research and consulting”, in base ad alcune tipologie di evento:

<b>Categoria di evento Black Swan</b>	<b>Esempi degli ultimi 30 anni</b>
Fenomeni naturali	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Terremoto in Jamaica del 2010;</li> <li>- Alluvioni in Pakistan nel 2010;</li> <li>- Tsunami in Asia del 2004.</li> </ul>
Politico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disgregazione dell’Unione Sovietica nel 1991;</li> <li>- “Rivoluzione dei gelsomini” in Medio Oriente nel 2011.</li> </ul>
Economico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Crisi finanziaria del 2008</li> <li>- Crisi finanziaria asiatica nel 1997</li> <li>- Rapida crescita dell’e-commerce alla fine degli anni 1990 e dei social network nel 2008.</li> </ul>

*Tabella 1: fonte: Spire Research and consulting*

---

<sup>2</sup> Subito una precisazione: un cigno nero non è per forza un evento inimmaginabile

La domanda che bisogna farsi però è: come possono le imprese prevedere eventi che hanno un impatto importante, ma totalmente diversi da tutto ciò che è accaduto in precedenza, quelli che l'ex ministro della Difesa statunitense Donald Rumsfeld notoriamente definì "incognite sconosciute"?

Per far fronte a tali possibilità, le aziende farebbero bene ad ascoltare i consigli di Taleb. Egli sostiene l'uso del ragionamento controfattuale o, in linguaggio semplice, l'analisi "what-if". Questo metodo, secondo lui, è il più efficace nell'aver a che fare con i cigni neri.

Ad esempio, le aziende dovrebbero porsi domande sulla falsariga di "Cosa sarebbe successo se tale e tale evento fosse avvenuto nell'anno x? Come avrebbe reagito la compagnia? Dove saremmo adesso?". È quello che nell'analisi attuariale si effettua stressando un modello, o un bilancio tecnico, per verificarne la tenuta patrimoniale ed economica nel caso di uno shock inatteso.

Nonostante l'argomentazione di Taleb sull'utilità dell'analisi "what-if", gli eventi di Cigno Nero e, a maggior ragione, gli eventi inimmaginabili, continuano ad essere una vera incognita per la maggior parte delle aziende e la maggior parte dell'umanità.

## I.2 La tempesta perfetta e la teoria del “Dragon King”

Un'altra teoria che ha delle analogie con la tematica trattata è quella della tempesta perfetta (Perfect Storm), elaborata e formulata da Sebastian Junger per descrivere quello che successe nella tempesta di Halloween del 1991, in Massachusetts; essa fu una tempesta aggravata dalla contemporanea confluenza di tre fenomeni meteorologici diversi. Junger scrisse un libro nel 1997, che raccontava, appunto, di quella “strana” tempesta e dei marinai che, sottovalutandola, finirono per morire in mezzo al mare; il libro lo intitolò proprio “Tempesta Perfetta” e nel 2000 ne fu fatto un film.

Dal momento dell'uscita al cinema in poi, questa espressione ha preso il significato di un qualsiasi evento in cui la situazione è stata aggravata dall'improbabile combinazione di più fenomeni diversi. Infatti, in statistica, la probabilità del contemporaneo accadimento di più eventi indipendenti è il prodotto delle loro probabilità marginali<sup>3</sup>; nel caso in cui, però, essi non fossero affatto eventi indipendenti, ma si considerassero tali, si andrebbe incontro ad una grossa

---

<sup>3</sup> La probabilità marginale è la probabilità del verificarsi dell'evento semplice, indipendentemente dal verificarsi di qualsiasi altro evento. La probabilità del verificarsi di 2 eventi indipendenti tra loro è data dal prodotto delle loro probabilità marginali.  
Ad es.  $P(A)=0.5$  e  $P(B)=0.3$  sono probabilità marginali; se l'evento A è indipendente dall'evento B, la probabilità del verificarsi di entrambi gli eventi è data da  $P(A) \cdot P(B)$  cioè  $0.5 \cdot 0.3=0.15$ .

sottovalutazione della probabilità di tale evento e quindi alla sottovalutazione del fatto che un certo evento possa accadere.

L'ultimo pensiero che si citerà, molto brevemente, è quello che è stato formulato da Didier Sornette; anche questa teoria si concentra su eventi avversi estremamente grandi, chiamati appunto Dragon King (o in italiano, Re del drago). Sornette spiega come ci siano instabilità all'interno di sistemi complessi: feedback, punti di non ritorno e altre correlazioni o dinamiche incomprese.

Queste, non essendo appunto capite e scoperte, amplificano estremamente le conseguenze di un evento; quindi, in breve, facendo anche l'esempio di Fukushima, la teoria ci dice che più un sistema è complesso, più sale la probabilità che instabilità e correlazioni varie possano creare conseguenze estremi. Esempi di sistemi complessi possono essere il nucleare, il sistema sociale, il sistema politico e quello informatico.

Queste teorie appena presentate saranno, ovviamente, tenute in considerazione durante la fase di definizione e selezione di quali eventi si possono considerare inimmaginabili, e quali no; si può già anticipare che il caso della tempesta perfetta è presente in più di un caso tra gli eventi catalogati nei prossimi capitoli come inimmaginabili.

### **I.3 Eventi anomali ma con conseguenze normali**

Dopo aver introdotto brevemente il problema, si può ora scendere più nei dettagli. Si è detto degli eventi, ma di quali rischi parliamo? Ogni evento che sarà trattato in questo lavoro è la conseguenza di determinati rischi che si sono verificati. In questo caso i rischi che concorrono alla formazione del danno sono, nella maggioranza dei casi, i seguenti:

- Morte
- Malattia e ferimenti
- Crollo edifici
- Perdita raccolto
- Inquinamento
- Perdita di foreste
- Incendi
- Allagamenti

La cosa che si può constatare facilmente è che, nonostante l'inimmaginabilità degli eventi, le sue conseguenze, nella maggior parte dei casi, sono riconducibili ad eventi di natura più ricorrente e "normale". Si può facilmente fare l'esempio dell'evento inimmaginabile per eccellenza, già accennato precedentemente: l'attentato alle torri

gemelle dell'11 settembre 2001. L'unicità dell'attacco con due aerei al simbolo del potere e della ricchezza degli Stati Uniti d'America ha provocato: l'incendio dell'edificio, il crollo delle torri, la morte e il ferimento di migliaia di persone. Si può quindi concludere che l'unicità dell'evento è nella modalità dell'evento stesso, nell'entità del danno e nella numerosità delle persone coinvolte.

## **I.4 L'inclusione del fenomeno nei modelli già esistenti**

Un altro enigma da risolvere è quello della “chiusura a uno”. Quando stimiamo un modello, la sua funzione di densità, per la condizione di normalizzazione, deve coprire tutto il campione, cioè la sommatoria di tutte le  $x_i$ , nel caso discreto, o l'integrale da  $-\infty$  a  $+\infty$ , nel caso continuo, deve essere uguale a 1, cioè alla probabilità totale.

La probabilità del nostro evento inimmaginabile è compresa, però in quel modello, e quindi basta andare a stressare e a vedere le code di questo modello, oppure essendo esso unico e, magari non essendosi mai verificato non è stimabile e quindi dobbiamo stimarci un modello ad hoc?



È proprio questa la problematica in cui in questo lavoro si proverà a dare almeno in parte una risposta: come si gestisce l'evento che non è spiegabile neanche dalla coda del VaR?

L'unica cosa certa è che si hanno due modi per analizzare un fenomeno: eliminare gli estremi (detti outliers, tra i quali sicuramente ci sono gli eventi inimmaginabili, le tempeste perfette e i cigni neri) normalizzando la serie oppure al contrario andare proprio a vedere gli estremi, e quindi la coda, partendo proprio da lì. Nel primo caso si sarà nel "mondo" che Taleb chiama "Mediocristan", nell'altro caso invece ci si troverà nell'"Estremistan".

In questo lavoro, quello che si tenterà di fare, sarà un'analisi sperimentale che cercherà di andare oltre al classico, seppur valido, approccio attuariale del Var, in quanto si sta parlando di eventi che si considereranno essere fuori dalla curva degli eventi catastrofici generali e ciclici, anche se quest'ultimi possano essere catalogati come estremi.

## **I.5 Prevenzione possibile?**

Un tema molto discusso attualmente, quando si tratta e si discute di eventi catastrofici, è quello relativo alle misure di prevenzione. In questo caso, però bisogna chiedersi se ha senso trattare questo problema; la risposta è che forse ne ha solo in alcuni casi. La questione di trattare la prevenzione di eventi, che poi catalogheremo in modo più preciso, che accadono in modo unico e con conseguenze spesso irripetibili è alquanto difficile, se non impossibile, anche solo parlarne.

L'unica tipologia di "prevenzione" che risulta importante e possibile è quella di tipo prettamente economico, cioè cercare di capire ogni quanti anni si sarà costretti ad un esborso e l'ingenza della spesa, per un evento di questa tipologia, così da poter esser pronti e prepararsi ad affrontarlo. Prendendo ad esempio uno degli eventi che poi saranno analizzati, l'eruzione del vulcano islandese che ha bloccato la circolazione aerea per giorni nel 2010, quale tipologia e quali strumenti di prevenzione sarebbero risultati essere efficaci?

È altresì ovvio che se fossero applicate alcune misure di prevenzione degli eventi "standard", anche le conseguenze e i danni degli eventi trattati sarebbero meno ingenti; ad esempio un terremoto di impatto inimmaginabile e mai verificato avrebbe un impatto totalmente diverso se accaduto in un luogo con case progettate con misure antisismiche piuttosto che in un luogo con case fatiscenti e quindi con

una buona probabilità di crollo. Si ricorda che anche se alcuni eventi verranno definiti “standard”, si sta sempre facendo riferimento ad eventi rari o estremi, ma che hanno una ciclicità, almeno nella tipologia, che li esclude dall’inimmaginabile.

## **I.6 Focus dell’analisi**

Dopo aver presentato e descritto quello che la letteratura fornisce sull’argomento, o comunque che ben si adatta alle specificità di questo lavoro, si vuole sottolineare, ancora una volta, che in questo lavoro si proverà un nuovo approccio, attraverso alcuni step, che sono definiti e descritti con più precisione nel capitolo II:

- La ricerca di un database completo di eventi catastrofici;
- La definizione e individuazione degli eventi inimmaginabili;
- L’analisi statistica dei dati;
- La formulazione delle distribuzioni probabilistiche;
- L’analisi dei risultati ottenuti;

Per far questo bisogna, innanzitutto, definire, con più precisione possibile, quali sono gli eventi che verranno considerati inimmaginabili in questo studio. Definire un evento di questa tipologia non è facile, ma per concretizzare un po’ questa

tipologia, si può pensare a un evento a cui nessuno aveva pensato, o aveva considerato in qualche tipologia di analisi o valutazione attuariale, che invece accade.

Partendo da ciò, si possono, quindi, indicare quali sono le tipologie di sinistri che verranno prese in considerazione; nel Database degli eventi inimmaginabili saranno presenti tutti quei sinistri che avranno le seguenti caratteristiche:

- Eventi sconosciuti al momento dell'accadimento;
- Eventi considerati "record" per portata, danno oppure vittime;
- Eventi verificatosi per la prima volta in una determinata zona;
- Eventi già verificati in una determinata zona, ma non di una gravità simile.

Si prenderanno in considerazione le pubblicazioni "Sigma" elaborate da Swiss Re, che annualmente elenca e analizza tutti gli eventi accaduti, cercando di raccogliere più informazioni e dati possibili; infatti gli eventi accaduti nei paesi più sviluppati hanno statistiche e dati quasi completi, mentre paesi in via di sviluppo oppure meno sviluppati presentano numerose mancanze.

Già in partenza di questo lavoro è chiaro che il Database dei sinistri inimmaginabili che si avrà a disposizione dopo la selezione non sarà affatto numeroso, ma, al contrario, piuttosto limitato; questo purtroppo non faciliterà per nulla il lavoro e,

ovviamente, inciderà negativamente sulla significatività dei risultati, che, statisticamente parlando, avrebbero bisogno di un campione ben più ampio.

Nel capitolo seguente si presenterà con completezza e con più precisione il Database che si è utilizzato in questo lavoro indicando la procedura che è stata seguita per catalogare gli eventi ed analizzare questo fenomeno.

# Capitolo II

## II.1 Metodologia seguita per determinare gli eventi

In questo lavoro, tra gli eventi che verranno presi in considerazione, non si considereranno crolli in borsa o chiusure di aziende o istituti, come poteva essere, ad esempio, il caso della Lehman Brothers, che è stato uno dei fattori scatenanti della crisi finanziaria. Si farà riferimento ad eventi catastrofici naturali o provocati dall'uomo con conseguenze materiali e fisiche dirette.

Il procedimento per la definizione di quali tra tutti gli eventi considererò inimmaginabili è stato un lungo processo che si può dividere in alcune fasi.

La prima fase è stata quella della ricerca e della selezione dei dati di cui si aveva necessità. È stata trovata in Swiss Re una fonte attendibile e quasi completa; la Swiss Re, la compagnia di riassicurazione più grande del mondo, come accennato precedentemente, fornisce annualmente, tramite la pubblicazione di un numero annuale della sua rivista scientifica "Sigma", un elenco preciso e completo di tutti gli eventi catastrofici successi nel mondo per ogni anno, con le varie caratteristiche

dell'evento, la stima dell'ammontare dei danni complessivi, la parte di danno assicurata, i morti, gli sfollati e i feriti che eventualmente ci sono stati.

Essa descrive gli eventi dividendoli da subito in:

- Catastrofi naturali: eventi determinati da forze della natura; di norma provocano molti singoli sinistri la cui entità non dipende solo dall'intensità delle forze naturali, ma anche da fattori come i metodi di costruzione o l'efficienza delle misure di protezione civile nella regione interessata;
- Catastrofi "man-made": gravi eventi disastrosi riconducibili alle attività dell'uomo in cui in genere è coinvolto un bene di rilevante entità; sono escluse guerre, guerre civili ed eventi analoghi.

Nelle pubblicazioni Sigma, le catastrofi naturali sono suddivise nelle seguenti categorie:

- Alluvioni
- Tempeste
- Terremoti
- Grandine
- Caldo/Freddo
- Altri eventi naturali

Invece, le catastrofi catalogate come “man-made”, sono suddivise in:

- Disastri marittimi
- Disastri dell'aviazione
- Incendi ed esplosioni
- Crolli
- Incidenti in miniera
- Eventi miscelanei (categoria nella quale sono inclusi anche tutti gli attentati di natura terroristica)

I danni complessivi che vengono indicati nello studio sono i danni finanziari direttamente riconducibili a un grande evento, ovvero i danni agli edifici, alle infrastrutture, agli autoveicoli ecc. Non sono considerati i danni indiretti, quali ad esempio la perdita di guadagno dei subappaltatori di attività direttamente danneggiate; sono escluse anche le stime relative alle perdite del PIL o i danni non economici come la riduzione della qualità della vita.

Un'altra annotazione che la Compagnia ritiene di dover segnalare è la scelta di escludere tutti quegli eventi di impatto trascurabile, cioè al di sotto di una certa soglia economica che la compagnia definiva annualmente.



Le fonti che vengono citate da Swiss Re nel proprio studio sono varie: quotidiani, riviste di assicurazione/riassicurazione, pubblicazioni specializzate, comunicati delle compagnie di assicurazione e riassicurazione.

Analizzando il database e le fonti delle varie pubblicazioni, si è ritenuto che il contenuto nei vari numeri della rivista “Sigma” fosse adeguato al fine di questo lavoro, prendendo quindi come riferimento esclusivamente i dati contenuti in esse, anche e soprattutto per non incorrere in errori dovuti a differenti metodologie di stima o differenti considerazioni in termini di analisi.

I dati più precisi, tra quelli reperibili, contenuti nelle varie edizioni annuali, che sono proprio quelli che sono stati usati ai fini della ricerca, sono riferiti al periodo temporale 2002-2017, in cui sono stati individuati da Swiss Re **4840**<sup>4</sup> eventi catastrofici, suddivisi nelle categorie precedentemente descritte.

La seconda fase è stata quella più lunga, in quanto si è proceduto a fare una scrematura e, quindi, una selezione, analizzando uno ad uno tutti gli eventi, per provare a catalogare e individuare quelli che potevano rientrare nella categoria di quelli “inimmaginabili”. Si è quindi proseguito ad eliminare tutti quegli eventi, che erano sì estremi e catastrofici, ma che avevano le stesse caratteristiche di altri accadimenti. Ad esempio, un’alluvione, anche se di grandi dimensioni, avrà sempre

---

<sup>4</sup> Sono stati eliminati in questo lavoro alcuni eventi come spiegato nel paragrafo II.2 “Ipotesi tecniche di base”.

le caratteristiche di un'alluvione "standard". Per entrare nel Database di questo lavoro non doveva essere un evento ciclico ma era necessario avere delle caratteristiche particolari, individuate alla fine del capitolo I.

Si può già anticipare che molti degli eventi classificati come "inimmaginabili" sono stati inseriti da Swiss Re nella categoria "eventi miscellanei", solo alcuni in categorie predefinite in quanto si tratta di eventi molto particolari.

Tra i 4840 eventi considerati e contenuti nelle pubblicazioni pubblicate da Swiss Re, seguendo i 4 criteri indicati alla fine del capitolo I, gli eventi che sono stati individuati e si è deciso di classificare come "inimmaginabili" sono **36**; questi eventi sono elencati nella tabella 2, qui di seguito:

n°	Evento classificato "inimmaginabile"	anno	stato
1	Si spezzano due pontoni del bacino di carenaggio che viene inondato	2002	Emirati Arabi Uniti
2	Virus Slammer per computer	2003	Tutto il mondo
3	Virus Sobig, Blaster e Nachi	2003	Tutto il mondo
4	Passeggeri precipitano nel vuoto a 10mila metri a causa di un portellone aperto	2003	Congo
5	Equipaggio di un sottomarino muore per asfissia	2003	Cina
6	Shuttle si disintegra al rientro nell'atmosfera	2003	Usa
7	Giovani tentano di domare 900 tori selvaggi	2004	India
8	Ondata di gelo con temperature fino a -36	2004	Usa
9	Villaggio di contadini ricoperto da strato di loess	2005	Cina
10	Terremoto (7,6) e contemporanea alluvione	2005	Pakistan, India, Afghanistan
11	Avvelenamento causato da scioppo per la tosse contaminato	2006	Panama
12	Pellegrini annegano nel fiume per una piena improvvisa dopo il rilascio di acqua dalla diga	2006	India
13	Aereo si schianta vicino edificio a causa dell'esplosione di uno pneumatico anteriore	2006	Sudan
14	Aereo esce di pista, attraversa l'autostrada vicina, si schianta contro una stazione di servizio e i capannoni e si incendia	2007	Brasile
15	Tino di alto forno, contenente acciaio fuso, si stacca. La colata bollente si riversa in un locale	2007	Cina
16	Ciclone tropicale provoca onde alte	2009	Myanmar
17	Valanga colpisce autostrada	2010	Afghanistan
18	Avvelenamento da piombo proveniente da miniera illegale	2010	Nigeria
19	Furto d'arte: rubate 5 opere al muso d'arte di Parigi	2010	Francia
20	Eruzione vulcano islandese provoca disagi nel traffico aereo	2010	Islanda, Uk, Irlanda, Germania, Francia, Svizzera, Olanda
21	Scioglimento ghiacciaio provoca esondazioni	2010	Perù
22	Più di 350 tornado, venti a 340 Km/h	2011	Usa
23	Pazienti muoiono a causa dello sciopero dei medici	2011	India
24	Terremoto 9.0 provoca tsunami e danneggia anche la centrale nucleare di Fukushima	2011	Giappone
25	Serie di scioperi in miniere di oro e platino	2012	Sudafrica
26	Pugnalate casuali di un pedone	2012	Cina
27	Onda d'urto di meteorite	2013	Russia
28	Caduta di cenere da eruzione vulcanica con effetto aumentato da alluvione concomitante	2014	Indonesia
29	Simultanei attacchi in teatro, stadio,	2015	Francia
30	Aereo cade per il suicidio del pilota	2015	Francia
31	Ondata di calore record <b>51 gradi</b>	2016	India
32	Uragano Matthew (record pioggia in Sydney)	2016	Canada
33	Serie di terremoti	2017	Filippine
34	Nube tossica	2017	UK
35	Crollo discarica su una baraccopoli	2017	Sri Lanka
36	Valanga provocata da terremoto (5,7)	2017	Italia

Tabella 2: elenco degli eventi considerati inimmaginabili, elaborazioni su dati Swiss Re

La scelta, essendo una selezione, nella maggior parte dei casi, qualitativa, potrebbe risultare essere un'analisi soggettiva; per questo si è cercato di renderla la più oggettiva possibile, basandosi, appunto, sulle caratteristiche definite alla fine del Capitolo I, ma anche su alcune delle teorie descritte precedentemente, come ad esempio quella della tempesta perfetta. Si può fare a carattere d'esempio, il caso dell'evento n° 10; la contemporaneità tra una pesante alluvione ed un forte terremoto ha provocato dei danni molto più ingenti e, quindi, per questo è stato inserito nella categoria degli "inimmaginabili".

## II.2 Prima analisi dei dati

Si può iniziare fornendo immediatamente i dati statistici di base relativi alla totalità degli eventi "standard"<sup>5</sup> e a quelli "inimmaginabili".

	totale	media	numerosità
eventi inimmaginabili	245.413.750.080,14	6.817.048.613,34	36
eventi standard	2.634.558.308.119,86	548.181.087,83	4.804
eventi inimm senza il n°24	35.413.078.080,14	1.041.561.120,00	35

Tabella 3: statistiche descrittive eventi inimmaginabili, elaborazioni su dati Swiss Re

<sup>5</sup> Gli eventi standard considerati escludono, ovviamente, i 36 considerati inimmaginabili; infatti il totale di tutti gli eventi è 4.840.

Si è fornito anche il calcolo della media escludendo l'evento n° 24 ovvero "Terremoto 9.0 provoca tsunami e danneggia anche la centrale nucleare di Fukushima", in quanto l'ingente danno, quantificato in 210 miliardi di dollari, avrebbe potuto essere l'unico fattore a far risultare la media degli inimmaginabili maggiore di quelli standard; invece così non avviene. Questo è sicuramente dato dall'entità degli eventi inimmaginabili, ma è anche dovuto alla fisiologica scarsa numerosità del campione dei sinistri di questo studio.

Classificando questi eventi per l'origine geografica si ottiene una suddivisione in cui si osserva una forte predominanza dell'Asia, dovuta sicuramente, ma non solo, alla grandezza del continente orientale, seguita da Europa e America; ecco quindi, di seguito, la suddivisione:

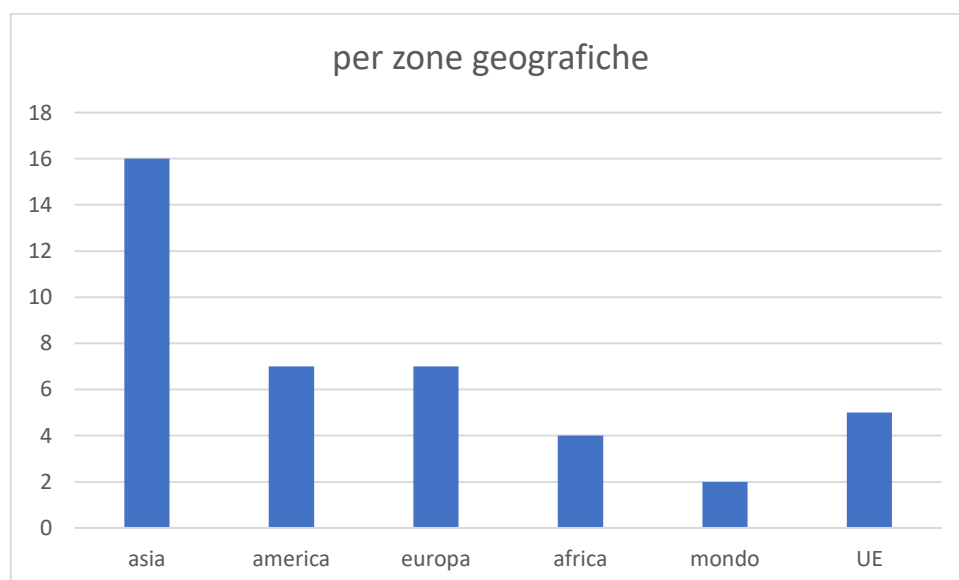


Figura 1: suddivisione per zone geografiche degli eventi, elaborazioni su dati Swiss RE

È stata poi analizzata la suddivisione temporale degli eventi inimmaginabili rispetto a tutti quelli elencati nelle pubblicazioni di Swiss Re.

anno	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002
eventi inimm	4	2	2	1	1	2	3	5	1	0	2	3	2	2	5	1
eventi totali	267	281	326	295	279	281	301	286	269	265	303	308	373	313	360	333

Tabella 4: suddivisione per anno degli eventi, elaborazioni su dati Swiss RE

Come si osserva, nel 2010 e nel 2003 si sono verificati ben 5 eventi considerati inimmaginabili, mentre il minimo di sinistri conteggiati è nel 2008, con nessun evento classificato come inimmaginabile.

Sui 36 eventi appena presentati, 15 sono classificabili come “naturali”, i restanti 21 sono catalogabili come a opera dell’uomo (“man-made”).

Per vedere, in modo empirico, se il numero di eventi considerati inimmaginabili, fosse funzione del numero degli eventi totali, è stata effettuata tramite il software GRETL una regressione lineare tra il numero di eventi inimmaginabili e il numero totale di eventi di ogni anno, ottenendo questi risultati:

Modello 1: OLS, usando le osservazioni 2002-2017 (T = 16)  
 Variabile dipendente: inimm

	coefficiente	errore std.	rapporto t	p-value
const	5,94611	3,50594	1,696	0,1120
totali	-0,0122135	0,0115246	-1,060	0,3072
Media var. dipendente	2,250000	SQM var. dipendente	1,437591	
Somma quadr. residui	28,69776	E.S. della regressione	1,431726	
R-quadro	0,074266	R-quadro corretto	0,008142	
F(1, 14)	1,123133	P-value (F)	0,307187	
Log-verosimiglianza	-27,37686	Criterio di Akaike	58,75372	
Criterio di Schwarz	60,29889	Hannan-Quinn	58,83284	
rho	-0,046731	Durbin-Watson	1,823107	

Note: SQM = scarto quadratico medio; E.S. = errore standard

Figura 2: regressione lineare tra numero di eventi totali e numero di eventi inimmaginabili, elaborazioni su dati Swiss RE

Sia la non significatività del parametro, sia la quasi nullità del valore R-quadro, che mette in relazione la varianza spiegata dal modello con la varianza totale (e quindi ci segnala la bontà del modello), affermano chiaramente che la numerosità degli eventi inimmaginabili non dipende dalla crescita o diminuzione del numero totale degli eventi. L'indipendenza di questi due valori può essere letta come una conferma dell'inimmaginabilità dell'evento, perché ci si aspetterebbe che la probabilità un evento di grandi dimensioni, ma magari ricorrente, cresca all'aumentare del numero degli eventi, cosa che questo sottogruppo di eventi non fa.



Figura 3: grafico della regressione lineare, elaborazioni su dati Swiss RE

Il grafico del modello, confrontato con le osservazioni reali, rende ancora più chiaro quanto appena affermato. Infatti, spesso all'aumentare del numero stimato di eventi inimmaginabili il numero effettivo sale e viceversa.



Il grafico della serie storica della probabilità dell'accadimento di un evento inimmaginabile, calcolato come rapporto tra il numero di eventi inimmaginabili di un anno e il numero di eventi totali dello stesso anno, rapportato alla probabilità media ci dà questo risultato:

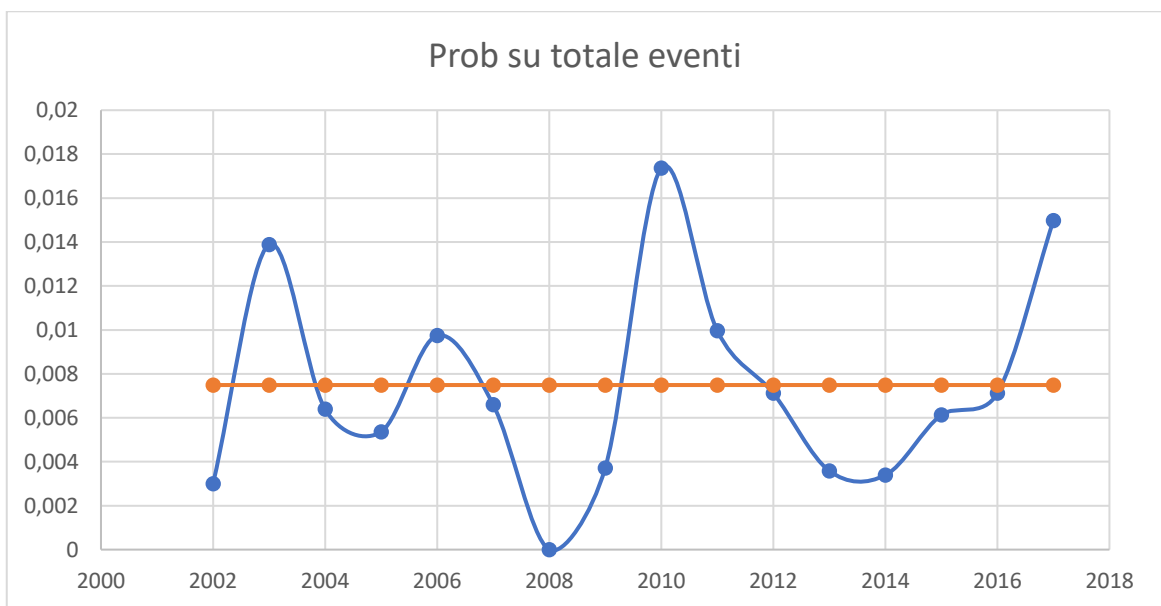


Figura 4: grafico della probabilità di avere un evento inimmaginabile, elaborazioni su dati Swiss RE

Osservando il grafico si nota un evidente discostamento dalla media, presente in quasi tutti gli anni; infatti solo nel 2012 e nel 2016 il valore dell'anno è abbastanza simile al valore atteso. Quest'ultimo è calcolato rapportando il totale degli eventi inimmaginabili al totale degli eventi nel periodo di osservazione.

## II.3 Ipotesi tecniche di base

Nonostante la precisione ineccepibile delle pubblicazioni, per alcuni eventi, come già accennato, i dati risultavano incompleti; spesso non erano riportati i dati economici come, ad esempio, il costo dell'evento. Per poter avere un quadro generale e più chiaro di tutti gli eventi è stato necessario formulare alcune ipotesi di costo per poter stimare il danno economico di ogni evento, basandosi sulle statistiche di morti, feriti, edifici distrutti e danneggiati, questi sempre riportati puntualmente per ogni accadimento. Ovviamente dove sarà presente la stima effettuata da Swiss Re si prenderà in considerazione essa, solo dove non ci sarà valutazione economica si ricorrerà alla stima con le ipotesi seguenti.

Si è provato a ricercare alcune statistiche medie per questi eventi e, osservando i risarcimenti medi nel caso di morte o di ferimento e guardando il valore medio degli immobili, si è deciso di formulare, come ipotesi di partenza, le seguenti cifre per quantificare i danni dei vari sinistri:

- 392.000 \$ per ogni morto;
- 4.480 \$ per ogni ferito.

Per gli edifici distrutti e danneggiati, invece, si utilizzeranno le seguenti stime:

- 246.400 \$ per ogni edificio distrutto<sup>6</sup>;
- 73.920 \$ per ogni edificio danneggiato (quantificato nel 30 % della stima per un edificio distrutto).

Oltre alle ipotesi di tipologia prettamente economica, un'altra approssimazione che si utilizzerà in questo lavoro sarà quella di considerare, e quindi calcolare, come “morti” anche quelli che nelle pubblicazioni di Swiss Re sono catalogati come “dispersi”.

L'ultima ipotesi che è stata effettuata rispetto a quanto già affermato in merito alle pubblicazioni Sigma, è stata l'eliminazione di tutti gli eventi senza alcuna indicazione in termini di vittime, edifici distrutti o altre informazioni necessarie per l'analisi, in quanto non sarebbe stato possibile effettuare alcuna stima e alcuna considerazione in termini di danno.

---

<sup>6</sup> Nelle pubblicazioni non era indicata la tipologia di edificio colpito, quindi la stima si è basata su il costo di una casa, aumentato di un buon 50% per consentire una stima più veritiera.

# Capitolo III

Dopo aver selezionato i dati e descritto la metodologia usata, in questo capitolo si introdurrà la teoria che farà da guida al lavoro e si andranno ad osservare le distribuzioni probabilistiche per poi analizzarne i risultati.

## III.1 La teoria collettiva del rischio

L'obiettivo che ci si pone è sviluppare un modello che rappresenti l'ammontare della perdita complessiva generata da tutti i sinistri all'interno di un determinato intervallo temporale; per questo occorre presentare la Teoria collettiva del rischio.

Occorre prendere in considerazione:

$N \rightarrow$  numero aleatorio dei sinistri

$X_1, X_2, \dots, X_N \rightarrow$  importi aleatori da associare ad ogni sinistro

Partendo da questo, l'importo del danno aggregato ( $S$ ) sarà dato da:

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

Dove  $S$  è una variabile aleatoria, le cui possibili determinazioni sono solamente i numeri reali non negativi. Si sottolinea che non viene considerata la componente finanziaria relativa alla diversa collocazione temporale dei sinistri.

Poi, in questo modello, vengono fatte 3 ipotesi di indipendenza:

- 1) Condizionatamente all'evento " $N=n$ ", le variabili aleatorie  $X_1, X_2, \dots, X_i$  sono indipendenti e identicamente distribuite (i.i.d.);
- 2) condizionatamente all'evento " $N=n$ ", la distribuzione delle variabili aleatorie  $X_1, X_2, \dots, X_n$  non dipende da  $n$ ;
- 3) la distribuzione di  $N$  non dipende dai valori assunti dalle variabili aleatorie  $X_1, X_2, \dots, X_n$ .

Quindi si può affermare che:

- 1) si ha la medesima funzione di ripartizione per ogni variabile aleatoria:

$$F_X(x) = \text{Prob}(X_i \leq x)$$

- 2) la distribuzione di  $S$  risulta determinata una volta note le distribuzioni del numero di sinistri e del loro costo.

Partendo, quindi, dalla funzione di ripartizione, si può quindi arrivare a definire sia la media che la varianza della distribuzione S:

$$F_S(x) = Pr(S \leq x) = \sum_{n=0}^{\infty} p_n Pr(S \leq x | N = n) = \sum_{n=0}^{\infty} p_n f_X^{*n}(x) \rightarrow f_S(x) = \sum_{n=0}^{\infty} p_n f_X^{*n}(x)$$

Si avrà quindi:

$$E(S) = E(N) \cdot E(X)$$

Cioè la media del costo aggregato S è data dal prodotto della media della distribuzione del numero dei sinistri N moltiplicato per la media della distribuzione degli importi aleatori X.

La varianza invece è data dalla somma tra il prodotto della media di N per la varianza di X e il prodotto della varianza di N per il quadrato della media di X:

$$Var(S) = E(N) \cdot Var(X) + Var(N) \cdot [E(X)]^2$$

Le distribuzioni di probabilità del numero di sinistri N e del danno X costituiscono la base tecnica del rischio. Per poter modellare la distribuzione di probabilità S è

possibile modellare prima  $N$  e  $X$ , e poi ottenere  $S$ , oppure modellare direttamente  $S$ .

La valutazione del numero di sinistri che un assicurato può causare in un determinato periodo futuro richiede la determinazione di una distribuzione con delle specifiche caratteristiche. In particolare, vengono usate distribuzioni discrete le cui probabilità sono definite solamente all'interno del sottoinsieme costituito da valori interi e non negativi (*counting distribution*<sup>7</sup>).

Ad esempio, in un contesto assicurativo, le *counting distribution* vengono usate per descrivere il numero di eventi che determinano una perdita per l'assicuratore o, più semplicemente, il numero di sinistri che colpiscono una certa Compagnia in un determinato periodo temporale.

Un elemento necessario per la descrizione della variabile aleatoria  $N$  che descrive il numero di sinistri è la funzione di probabilità, la quale stabilisce la probabilità che si verifichi l'evento "il numero di sinistri è esattamente uguale a  $k$ ":

$$p_k = Pr(N = k) \qquad \text{dove } k = 0,1,2 \dots$$

---

<sup>7</sup> Le counting distribution, infatti, sono proprio delle distribuzioni discrete con solo numeri interi non negativi nel loro dominio. In genere utilizziamo una distribuzione di conteggio per modellare il numero di occorrenze di un determinato evento.

Gli obiettivi, quindi, ora sono:

- 1) Costruire la distribuzione per il numero dei sinistri partendo dai dati
- 2) Costruire la distribuzione dell'importo del singolo sinistro
- 3) Utilizzare le due distribuzioni al fine di ottenere la distribuzione per il danno aggregato:

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

In questo lavoro la distribuzione di danno aggregato, così come quella per il numero e per l'importo dei sinistri si otterrà direttamente dai dati

## **III.2 Distribuzione di probabilità del numero dei sinistri ( $\mathbb{N}$ )**

Presentata questa teoria, si può ora passare ad analizzare gli eventi per la frequenza di accadimento; per far questo si è deciso di utilizzare la distribuzione di Poisson, in quanto essa è anche chiamata “legge degli eventi rari”.



Questa distribuzione definisce la probabilità del verificarsi di k sinistri in un certo intervallo di tempo t come segue:

$$p_k(t) = \frac{e^{-\lambda} \lambda t^k}{k!} \text{ per ogni } k = 0,1,2 \dots$$

Dove:

- $\lambda$  è un qualsiasi valore positivo equivalente al numero di eventi che ci si aspetta che si verifichino in un dato intervallo di tempo

La distribuzione di Poisson o poissoniana è una tipologia di distribuzione molto utile quando si ha a che fare con eventi **decisamente** rari, che accadono con una certa media temporale.

In via generale si caratterizza per la presenza del parametro  $\lambda$ , dato dal prodotto tra P ed n, ovvero tra:

- La probabilità che si manifesti il fenomeno (P)
- Il numero di eventi che si verificano in un intervallo di tempo (t); ognuno degli eventi è indipendente dall'altro

Tra le proprietà della distribuzione Poisson ricordiamo che:

- 1) La media è uguale alla varianza; entrambe sono quindi espresse dal parametro  $\lambda$ ;
- 2) Date  $n$  variabili indipendenti  $N_1, N_2, \dots, N_n$  che si distribuiscono secondo una Poisson di parametri  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ , la variabile ottenuta dalla loro somma  $N = N_1 + N_2 + \dots + N_n$  è ancora una variabile poissoniana con parametro dato dalla somma dei parametri,  $\lambda = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n$
- 3) Sotto le seguenti ipotesi:
  - Il numero di sinistri che si verificano in un fissato intervallo di tempo (nel caso di questo lavoro un anno), segue una distribuzione di Poisson con parametro  $\lambda$
  - I sinistri si possono classificare all'interno di  $m$  classi distinte ad ognuna delle quali è associata una probabilità  $p_1, p_2, \dots, p_m$
  - gli eventi appartenenti ad ogni classe sono indipendenti dagli altri.

Il numero di sinistri all'interno di ogni classe  $N_1, N_2, \dots, N_m$  sono variabili aleatorie mutuamente indipendenti distribuite secondo una Poisson i cui parametri sono, rispettivamente,  $\lambda_{p1}, \lambda_{p2}, \dots, \lambda_{pm}$ .

La media, nel caso di questo elaborato, sarà pari al numero medio di eventi inimmaginabili che accadono in un anno,  $k$  invece sarà il numero di eventi che si considera per determinare la probabilità; quindi per esempio con un  $k=2$  si considera la probabilità di avere 2 eventi inimmaginabili in un anno.

Questa distribuzione, per la sua semplice struttura e cioè, per la presenza di un solo parametro può rappresentare una buona approssimazione del fenomeno “Numero di sinistri”.

Il grafico, sempre al variare del parametro  $\lambda$ , è il seguente:

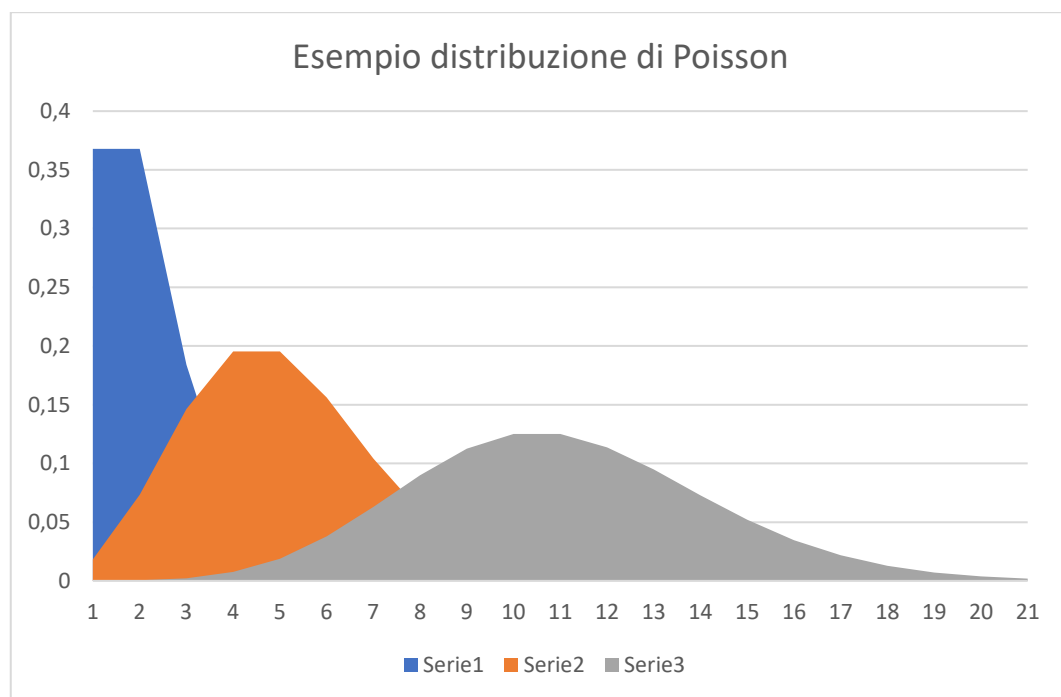


Figura 5: Esempio di distribuzione di Poisson; serie 1 con  $\lambda = 1$ , serie 2 con  $\lambda = 4$ , serie 3 con  $\lambda = 10$ , elaborazioni dell'autore

Partendo, quindi, dalla tabella n°2, presente in questo capitolo, si può ottenere un'altra analisi, cioè la distribuzione di frequenza assoluta per il numero di sinistri annuali nel mondo.

frequenza	numero osservazioni
0	1
1	4
2	6
3	2
4	1
5	2
6+	0

Tabella 5: frequenza assoluta per numero di sinistri, elaborazioni su dati Swiss RE

Con questi dati è già possibile costruire una distribuzione di Poisson per il numero di sinistri; la media di sinistri per anno, osservati nel mondo nei 16 anni dell'intervallo temporale 2002-2017, è 2,25 (ottenuto dividendo il numero totale di sinistri, 36, per i 16 anni); questo sarà anche il valore della varianza di  $X$ , in quanto nella distribuzione di Poisson, come precedentemente affermato, la media è equivalente alla varianza.

Si può quindi ottenere:

numero sinistri	f(x)	F(x)
0	0,1054	0,10540
1	0,2371	0,34255
2	0,2668	0,60934
3	0,2001	0,80943
4	0,1126	0,92199
5	0,0506	0,97263
6	0,0190	0,99163
7	0,0061	0,99773
8	0,0017	0,99945
9	0,0004	0,99988
10	0,0001	0,99998

Tabella 6:  $f(x)$  e  $F(x)$  per la distribuzione di Poisson, elaborazioni su dati Swiss RE

:

Questa è la distribuzione di Poisson per il numero di eventi inimmaginabili in un anno nel mondo; essa afferma, ad esempio, che la probabilità che in un anno, nel mondo, ci siano 0 eventi inimmaginabili è pari al 10,54%; seguendo questo esempio, la colonna  $f(x)$ , cioè della densità di frequenza, si legge in questo modo.

La colonna della funzione di ripartizione, invece, sostiene, che la probabilità di avere al massimo 3 eventi inimmaginabili in un dato anno, nel mondo, è del 60,93% e che avremo al massimo 4 eventi di questo tipo al 92,2%.

Si possono poi fare anche altre considerazioni statistiche:

- La moda della distribuzione è di 2 sinistri inimmaginabili l'anno (26,68%)
- La mediana è sempre uguale a 2 sinistri inimmaginabili
- 

Si può, quindi, rappresentare graficamente la densità  $f(x)$ :

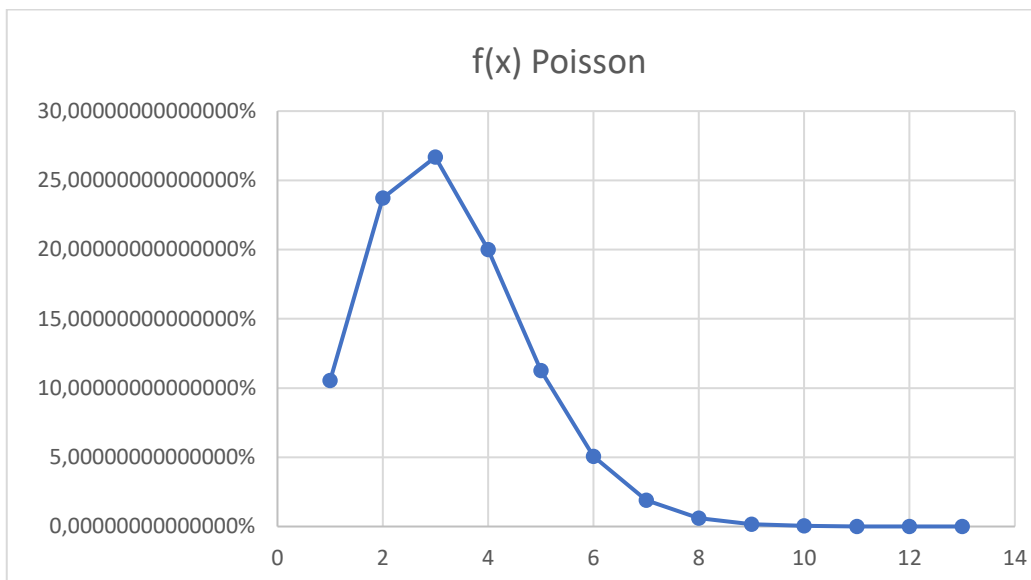


Figura 6: grafico della  $f(x)$  di Poisson sul numero di sinistri, elaborazioni su dati Swiss RE

Così come si può rappresentare la funzione di ripartizione  $F(x)$ :

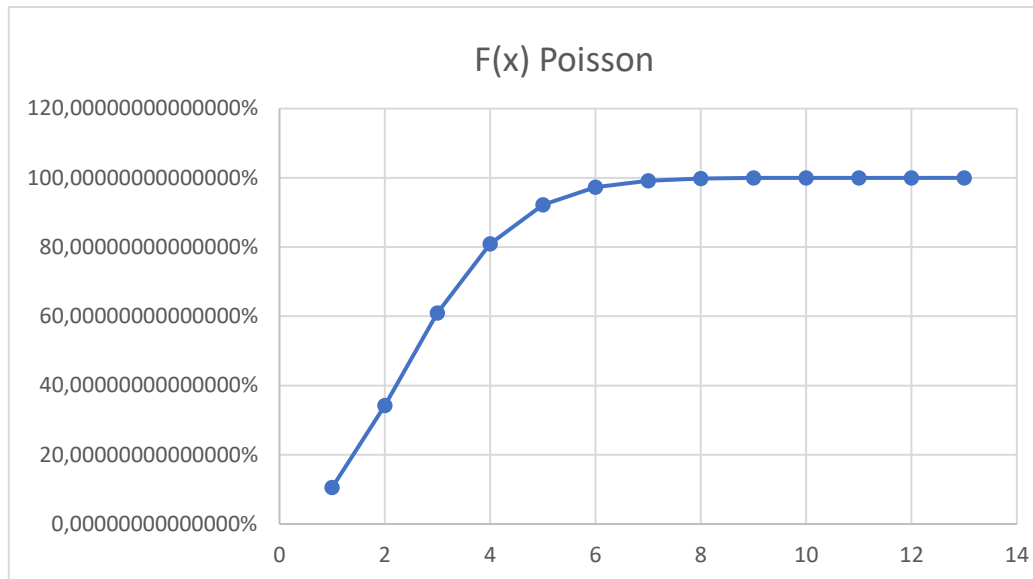


Figura 7: grafico della  $F(x)$  di Poisson sul numero di eventi, elaborazioni su dati Swiss RE

Per completare l'analisi, è anche possibile calcolare l'intervallo di confidenza per il numero di sinistri in un anno; con un livello di confidenza del 95% l'intervallo è:

**[1,14;3,35]**

Quindi si può affermare che è molto probabile che ci siano, nel mondo, almeno 2 eventi inimmaginabili l'anno, come sostenuto sia dall'intervallo di confidenza

appena calcolato, sia dalle distribuzioni che indicano nel 65,7% la probabilità di avere almeno 2 eventi inimmaginabili<sup>8</sup>.

### **III.3 Distribuzione di probabilità del costo dei sinistri (X)**

Questi eventi che sono stati individuati possono essere considerati, come già affermato, fuori dalla coda della distribuzione degli eventi catastrofici che si possono definire “generici”, cioè quelli non inimmaginabili, e quindi si è andata a studiare quale distribuzione, tra quelle note, si adatta meglio alla distribuzione per costo.

Per far questo, si sono utilizzate le seguenti distribuzioni per verificare quella che si adattava meglio al caso “inimmaginabile:

- Weibull
- Power
- Log-normale
- Esponenziale Negativa

---

<sup>8</sup> Calcolata come  $1 - F(1)$ , cioè la probabilità totale meno la probabilità di avere 0 o 1 evento inimmaginabile in un anno.



Il “fitting” per scegliere la distribuzione è stato effettuato costruendo e utilizzando i rapporti tra il costo più alto e tutti gli altri importi, in ordine decrescente, fino quindi ad ottenere come ultimo valore 1,000, dato dal rapporto tra il costo più alto e sé stesso. Con questi coefficienti si è potuto poi constatare che la distribuzione che si adattava meglio al caso degli importi dei sinistri inimmaginabili era quella dell’esponenziale negativa.

L’esponenziale negativa è definita con la seguente funzione di densità di probabilità:

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x} \text{ con } \lambda > 0$$

Il parametro  $\lambda$  di questa distribuzione si ottiene come l’inverso della media della distribuzione e quindi, ovviamente, la media non sarà altro che l’inverso del parametro  $\lambda$ .

La distribuzione esponenziale negativa è una distribuzione continua che in base al valore del parametro si rappresenta graficamente in questo modo:

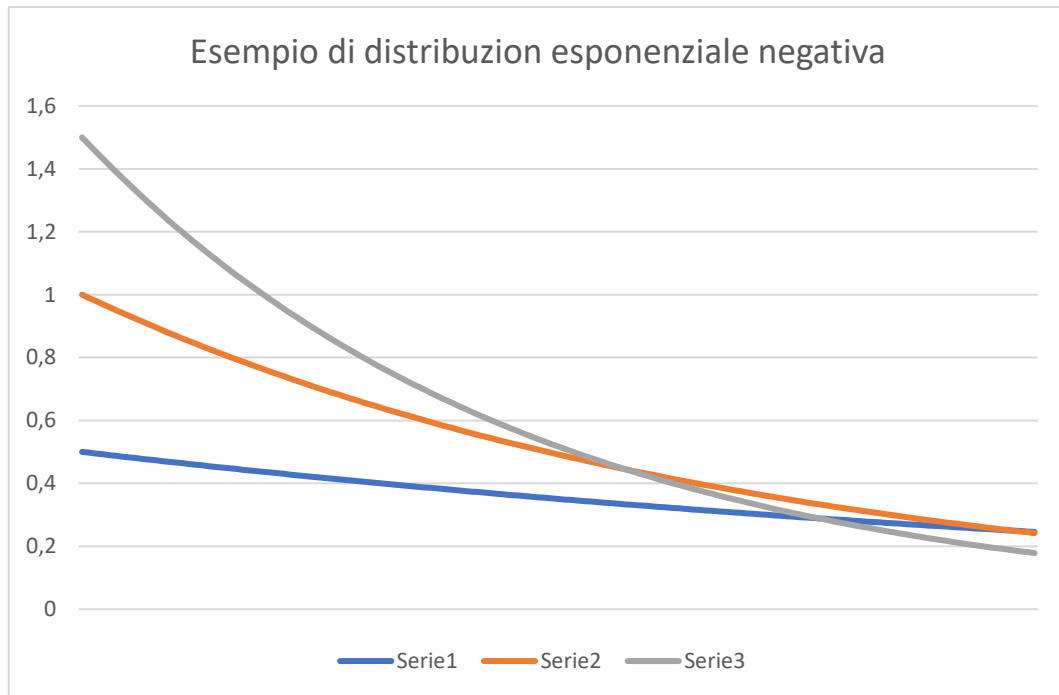


Figura 8: esempio di distribuzione esponenziale negativa; serie 1 con  $\lambda = 0,5$ , serie 2 con  $\lambda = 1$ , serie 3 con  $\lambda = 1,5$ , elaborazioni dell'autore

Anche in questo caso si può osservare la distribuzione di frequenza, dividendo i costi in classi:

classi d'importo	numero osservazioni
< 1.000.000	4
1.000.000 - 10.000.000	6
10.000.000 - 50.000.000	8
50.000.000 - 200.000.000	9
200.000.000 - 1.000.000.000	1
1.000.000.000 - 5.000.000.000	5
5.000.000.000 - 10.000.000.000	1
10.000.000.000 - 50.000.000.000	1
> 50.000.000.000	1

*Tabella 7: frequenza assoluta per costo di sinistri*

Si procederà come fatto per il numero di sinistri, così anche per il costo; la funzione di densità di probabilità verrà calcolata come somma delle probabilità di ogni costo, in quanto non sarebbe significativo calcolare la probabilità puntuale di avere un costo preciso, poiché sarebbe una probabilità irrisoria, praticamente pari a zero, e non avrebbe, quindi, alcun significato in questa analisi. Per la funzione di ripartizione invece si terrà in considerazione il limite superiore della classe.

classi d'importo	f(x)	F(x)
< 1.000.000	0,000146775	0,000146775
1.000.000 - 10.000.000	0,001320002	0,001466776
10.000.000 - 50.000.000	0,005845622	0,007312398
50.000.000 - 200.000.000	0,021617929	0,028930328
200.000.000 - 1.000.000.000	0,107590326	0,136520654
1.000.000.000 - 5.000.000.000	0,383458863	0,519979516
5.000.000.000 - 10.000.000.000	0,249600819	0,769580335
10.000.000.000 - 50.000.000.000	0,229770137	0,999350472
> 50.000.000.000	0,000649528	1,000000000

*Tabella 8: f(x) e F(x) per la distribuzione esponenziale negativa per gli importi dei sinistri, elaborazioni su dati Swiss RE*

Commentando la tabella, si può quindi affermare che la classe con probabilità più alta è quella tra 1.000.000.000 \$ e 5.000.000.000 \$, quindi si ha il 38,3 % che l'evento inimmaginabile che avviene in una qualsiasi parte del mondo, costi tra 1 e 5 miliardi di dollari. Si può anche osservare che con una probabilità vicina al 77% l'importo del sinistro non sarà superiore ai 10 miliardi di dollari; inoltre si ha quasi il 50 % di probabilità di avere un sinistro sopra il miliardo di dollari di danni, questo a conferma dell'ingenza di questa particolare tipologia di eventi.

Come per il caso dei sinistri, anche per gli importi si forniscono a seguire i due grafici; quello della densità di frequenza:

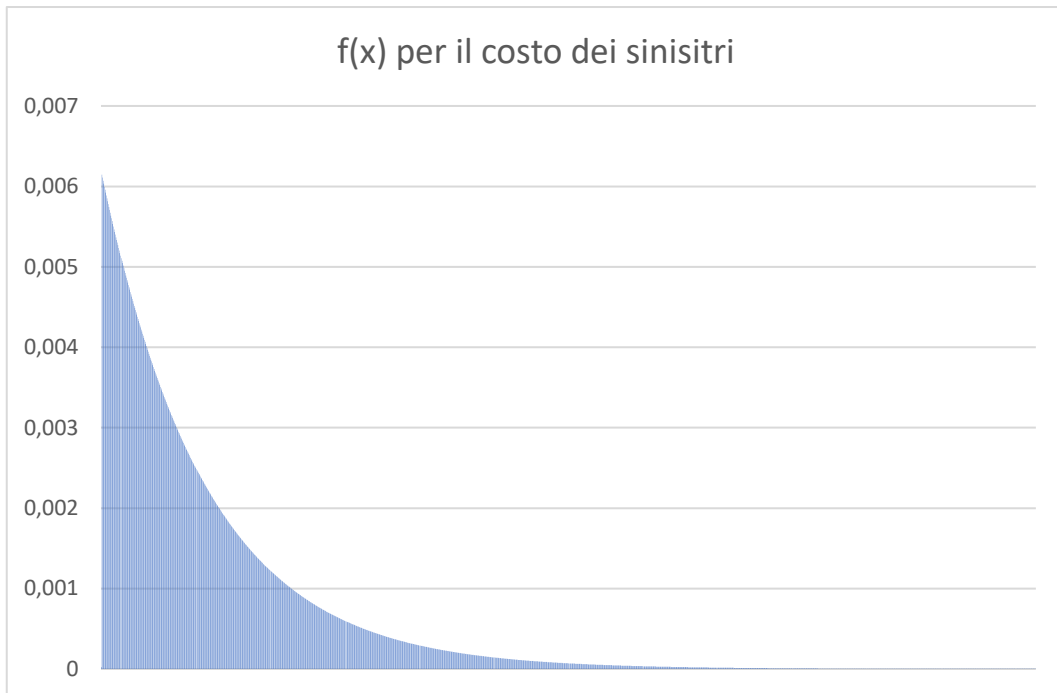


Figura 9: grafico della  $f(x)$  distribuita con un'esponenziale negativa per il costo dei sinistri, elaborazioni su dati Swiss RE

Per ottenere questo grafico si è suddiviso l'intervallo tra il sinistro con importo più grande e quello con importo più piccolo, in 5000 classi equivalenti; il grafico che ne deriva rappresenta le prime 1450 classi<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Si è scelto di non disegnare tutte le classi per ottenere un grafico migliore, in quanto utilizzando più classi il disegno si sarebbe schiacciato verso lo 0, rendendo il tutto meno chiaro e preciso.

Mentre la funzione di ripartizione graficamente rappresentata è la seguente:

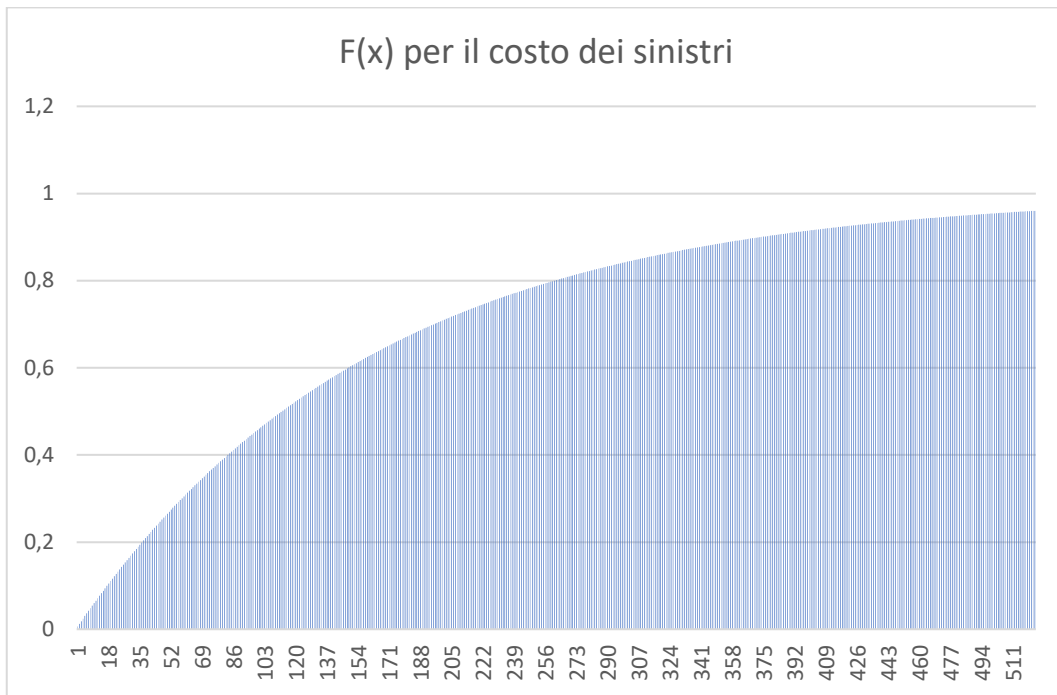


Figura 10: grafico della  $F(x)$  esponenziale negativa per il costo dei sinistri, elaborazioni su dati Swiss RE

Anche in questo caso si può calcolare l'intervallo di confidenza per il costo dei sinistri; con un livello di confidenza del 95% l'intervallo è:

**$[5.981.453.625,60; 7.643.888.934,41]$**

### **III.4 Danno aggregato dei sinistri (S)**

Come presentato nel paragrafo della teoria collettiva del rischio, dopo aver ottenuto le distribuzioni rispettivamente per numero di sinistri e per il costo dei sinistri, ora si osserverà ed analizzerà la distribuzione del danno aggregato, che nel paragrafo II.4 è stato chiamato S.

Quello che in questo lavoro sarà considerato il danno aggregato sarà la stima del danno complessivo che provocheranno gli eventi inimmaginabili che si verificheranno in un dato anno; infatti quando si è analizzato il numero dei sinistri si è considerato un numero di eventi inimmaginabili annuale, così dovrà quindi essere per il danno aggregato.

La distribuzione che si è scelto di utilizzare è la distribuzione Log-normale, in quanto una delle più usate in tecniche danni, in special modo quando vengono trattati eventi rari.

La distribuzione log-normale è una distribuzione continua, per valori positivi, che, in base al valore del parametro  $\sigma$ , si rappresenta graficamente in questo modo:

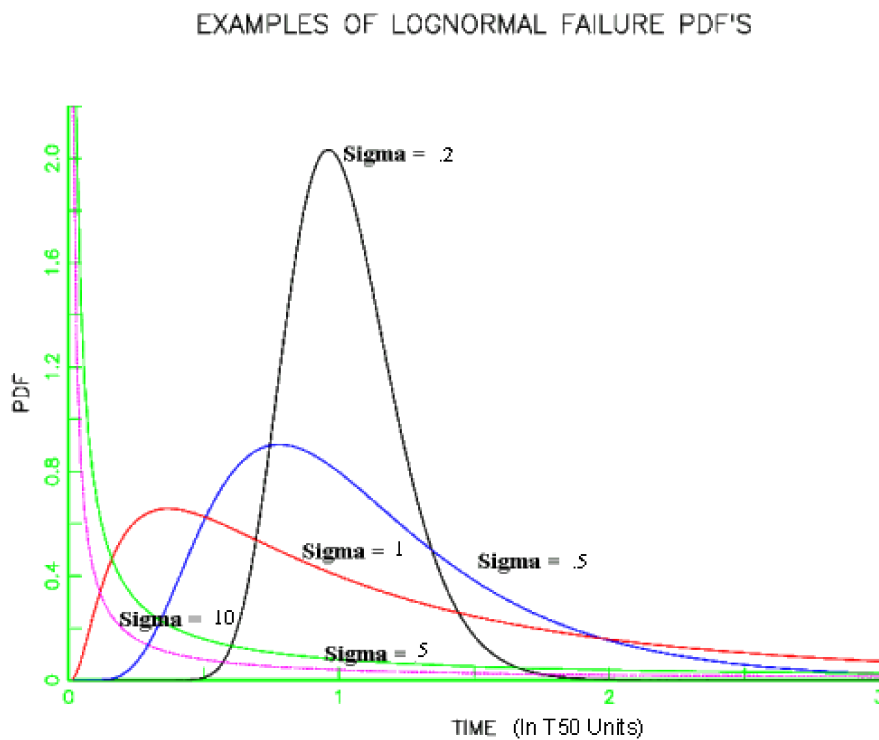


Figura 11: esempio di distribuzione log-normale, fonte: Information Technology Laboratory

La distribuzione log-normale è la distribuzione di una variabile  $Y$ , il cui logaritmo naturale  $X=\ln(Y)$  segue una distribuzione normale.



Dalla definizione di distribuzione normale:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} \cdot \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{x - \mu_x}{\sigma_x} \right)^2 \right] \quad \text{con } -\infty < x < +\infty$$

Ponendo  $x = \ln(y)$ , si ottiene la distribuzione log-normale di  $y$ :

$$f(y) = \frac{1}{y\sigma_x \sqrt{2\pi}} \cdot \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{\ln(y) - \mu_x}{\sigma_x} \right)^2 \right] \quad \text{con } 0 < y < +\infty$$

Per poter elaborare la distribuzione log-normale è necessario calcolare i parametri  $\mu$  e  $\sigma$  per poi poter determinare le varie probabilità.

Prima di tutto, bisogna calcolare l'ammontare dei danni aggregati che si sono registrati ogni anno:

anno	n°	Danno aggregato
2002	1	100.000.000,00
2003	2	5.800.960.000,00
2004	3	251.936.640,00
2005	4	5.009.408.000,00
2006	5	24.689.280,00
2007	6	216.802.880,00
2008	7	0,00
2009	8	10.000.000.000,00
2010	9	2.018.606.400,00
2011	10	221.023.520.000,00
2012	11	537.920.640,00
2013	12	30.000.000,00
2014	13	103.000.000,00
2015	14	61.156.480,00
2016	15	197.600.000,00
2017	16	38.149.760,14

*Tabella 9: Danno aggregato per anno, elaborazioni su dati Swiss Re*

Partendo da questa tabella, si calcoleranno la media e la varianza, valori essenziali per poter ottenere  $\mu$  e  $\sigma$ , i parametri della distribuzione log-normale, e poter procedere con la distribuzione.

Quindi:

- La media del danno aggregato calcolato per ogni anno è pari a **15.338.359.380** ;
- La varianza è pari a **2.828.152.398.056.870.000.000**.

Ora si può procedere con il calcolo dei due parametri; essi sono pari a:

- $$\mu = \ln\left(\frac{[(E(s))^2]}{\sqrt{Var(s)+(E(s))^2}}\right)$$
- $$\sigma = \sqrt{\ln\left(\frac{Var(s)}{(E(s))^2}+1\right)}$$

Sostituendo i valori di media e varianza si ottengono:

- $\mu = 22,17$
- $\sigma = 1,60$

Con questi valori si possono disegnare la funzione di densità e la funzione di ripartizione del danno aggregato con distribuzione log-normale:

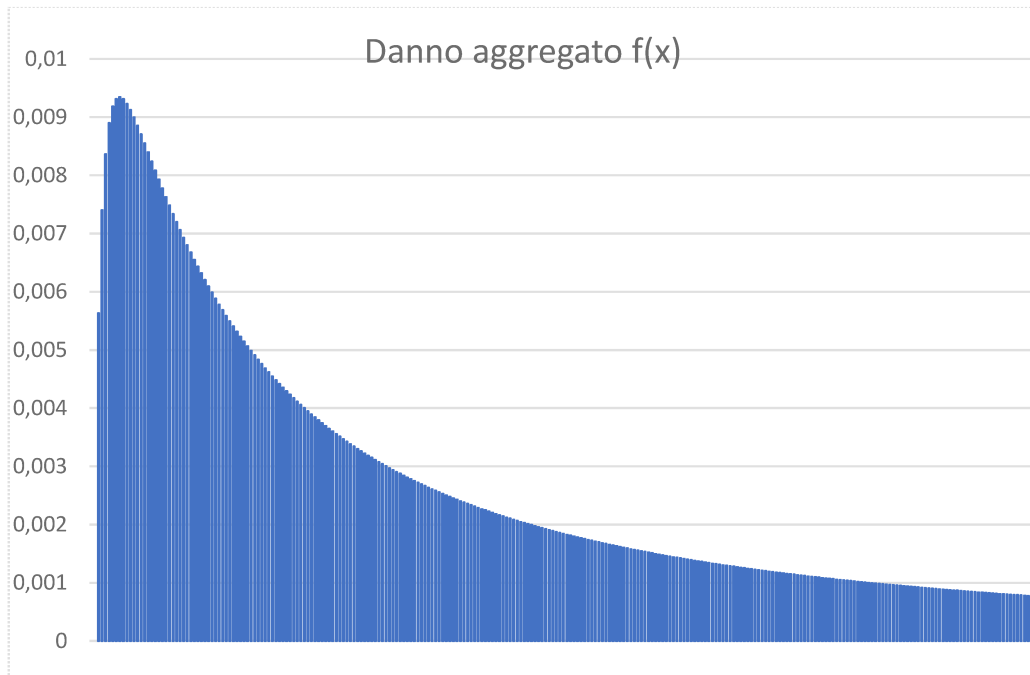


Figura 12:  $f(x)$  del danno aggregato con distribuzione log-normale, elaborazioni su dati Swiss Re

Per disegnare il grafico sono state usate le prime trecento classi equivalenti, calcolate come è stato spiegato nel paragrafo II.3. È stato deciso di utilizzare meno classi sempre per ottenere un grafico con un buon effetto visivo e non schiacciato verso l'asse delle ordinate.

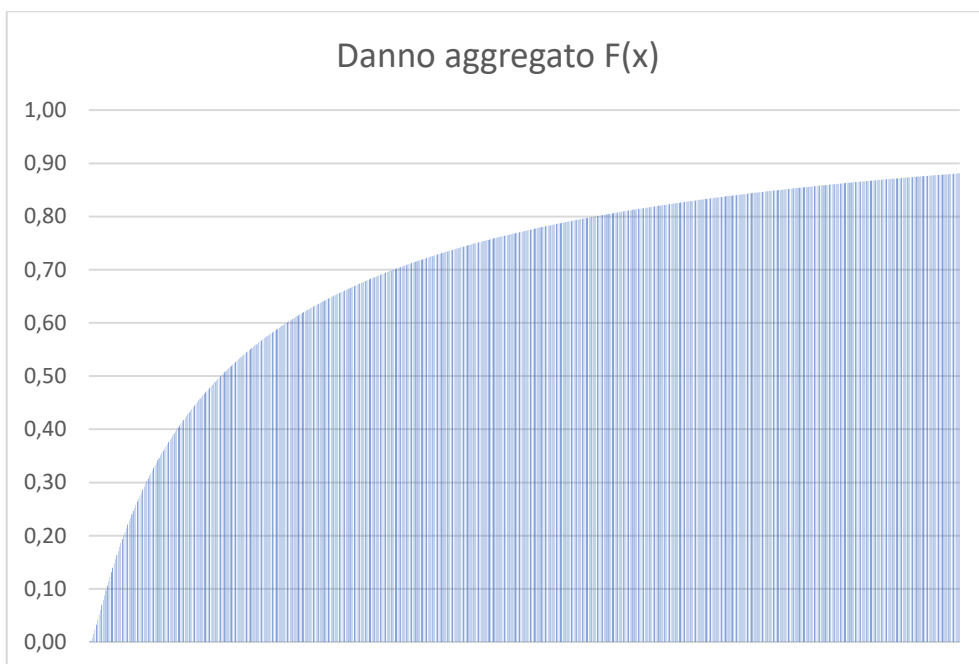


Figura 13:  $F(x)$  del danno aggregato con distribuzione log-normale, elaborazioni su dati Swiss Re

Le due distribuzioni appena disegnate possono essere calcolate, come fatto precedentemente per importo e numero dei sinistri:

fascia di danno aggregato per anno	$f(x)$	$F(x)$
< 200.000.000	0,028035	0,028035
200.000.000 - 600.000.000	0,090943	0,114528
600.000.000 - 1.500.000.000	0,152366	0,258189
1.500.000.000 - 3.000.000.000	0,156197	0,414386
3.000.000.000 - 6.000.000.000	0,169474	0,58386
6.000.000.000 - 10.000.000.000	0,118304	0,702164
10.000.000.000 - 20.000.000.000	0,130830	0,832994
20.000.000.000 - 40.000.000.000	0,086162	0,919156
> 40.000.000.000	0,080844	1

Tabella 10:  $f(x)$  e  $F(x)$  del danno aggregato, distribuito con una log-normale, suddiviso in fasce; elaborazioni su dati Swiss Re

Ciò che emerge facilmente da questa tabella e da queste elaborazioni è che esiste solo una minima probabilità (2,8%) che in un anno, nel mondo, ci sia un sinistro con un importo sotto i 200 milioni di dollari, quindi anche pari a zero, a causa di eventi inimmaginabili; è più probabile che il costo sia sopra i 40 miliardi di dollari, nonostante anch'essa sia una probabilità contenuta (8,1%).

La probabilità maggiore la si ha sopra il miliardo di dollari, con il massimo della probabilità che si posiziona nella fascia tra i 3 e i 6 miliardi (17%); quasi nel 60% dei casi il danno sarà superiore ai 3 miliardi di dollari.

### **III.5 Eventi naturali ed eventi “man-made”**

Continuando l'analisi si può applicare lo stesso metodo appena applicato utilizzandolo però con gli eventi divisi tra quelli naturali e quelli provocati dall'uomo (“man-made”) per andare a confrontare il diverso impatto che potrebbero avere le due tipologie di sinistri in termini di numerosità o di impatto. Come già affermato nel paragrafo II.2 gli eventi “man-made” sono in maggioranza (21) rispetto a quelli di origine naturale (15).

Partendo da questo, come fatto in precedenza, si può subito osservare la suddivisione temporale:

anno	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
eventi Nat	0	0	1	2	0	0	0	1	3	2	0	1	1	0	2	2
eventi MM	1	5	1	0	3	2	0	0	2	1	2	0	0	2	0	2

Tabella 11: eventi inimmaginabili naturali e "man-made" suddivisi per anno. elaborazioni su dati Swiss Re

Seguendo il metodo utilizzato nel caso degli eventi inimmaginabili considerati indistintamente rispetto alla tipologia si può procedere a calcolare le distribuzioni partendo da quella per il numero di sinistri, per cui si utilizzerà la distribuzione di Poisson.

	Eventi Naturali		Eventi Man-Made	
	$f_N(x)$	$F_N(x)$	$f_M(x)$	$F_M(x)$
0	0,391606	0,391606	0,269146	0,269146
1	0,36713	0,758736	0,353255	0,622401
2	0,172092	0,930828	0,231823	0,854224
3	0,053779	0,984607	0,101423	0,955647
4	0,012604	0,997211	0,033279	0,988926
5	0,002363	0,999575	0,008736	0,997662

Tabella 12:  $f(x)$  di  $F(x)$  distribuiti con una Poisson degli eventi Naturali e quelli "Man-Made". elaborazioni su dati Swiss Re

Si può osservare come ci sia circa il 61% di avere almeno un evento naturale l'anno nel mondo e circa il 74 % di averne uno di tipo "man-made"; solo nel 25% dei casi si avranno almeno 2 eventi naturali inimmaginabili nel mondo in un anno, mentre questa percentuale sale fino al 38% nel caso "man-made".

Ora si può passare ad analizzare gli importi dei singoli sinistri, distribuiti sempre utilizzando una distribuzione esponenziale negativa:

fasce d'importo	$f_N(x)$	$F_N(x)$	$f_M(x)$	$F_M(x)$
< 1.000.000	6,29541E-05	6,3E-05	0,002931696	0,00293
1.000.000 - 10.000.000	0,000566409	0,000629	0,026001506	0,02893
10.000.000 - 50.000.000	0,002513494	0,003143	0,107600231	0,13653
50.000.000 - 200.000.000	0,00936943	0,012512	0,307585213	0,44412
200.000.000 - 1.000.000.000	0,048503043	0,061015	0,502803845	0,94692
1.000.000.000 - 5.000.000.000	0,209035684	0,270051	0,053077088	1,00000
5.000.000.000 - 10.000.000.000	0,197123464	0,467174	4,21262E-07	1,00000
10.000.000.000 - 50.000.000.000	0,489879287	0,957054	1,77414E-13	1,00000
> 50.000.000.000	0,042946235	1,000000	0	1,00000

Tabella 13:  $f(x)$  e  $F(x)$  per la distribuzione esponenziale negativa per gli importi dei sinistri naturali e "man-made", elaborazioni su dati Swiss Re



Da quest'ultima analisi emerge un'evidente differenza in termini di costo tra un sinistro inimmaginabile di causa naturale e un sinistro inimmaginabile di causa "man-made". Infatti, si ha circa il 94% di probabilità di avere un sinistro sopra il miliardo di dollari, mentre, nel caso "man-made" si ha quasi il 95% di possibilità di avere un importo al di sotto del miliardo di dollari.

Inoltre, praticamente la totalità dei sinistri man-made avranno un costo inferiore ai 5 miliardi di dollari, nel caso naturale questa percentuale scende fino al 27%, avendo quindi un'alta probabilità (73%) di avere sinistri al di sopra di questa soglia. Anche dal grafico seguente si può notare come l'esponenziale negativa del caso naturale scenda molto più gradualmente di quello "man-made", a dimostrazione che la probabilità di avere importi alti è molto più alta nel primo caso rispetto al secondo<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> Da qui in avanti si è deciso di tralasciare il grafico della funzione di ripartizione, in quanto il grafico della  $f(x)$  è più significativo e comunque esaustivo per l'analisi da effettuare.

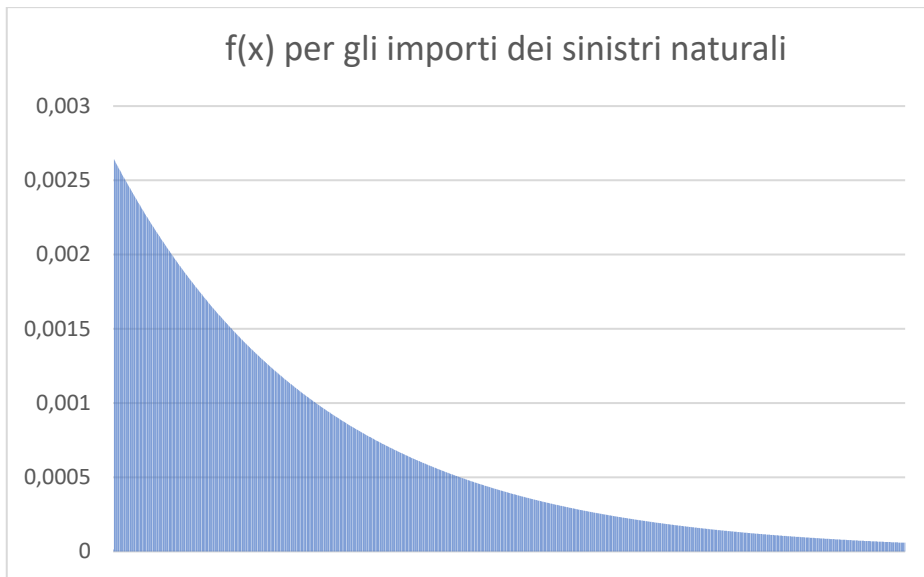


Figura 14:  $f(x)$  per importo dei sinistri naturali distribuito con un'esponenziale negativa, disegno di 1450 classi equivalenti. elaborazioni su dati Swiss Re

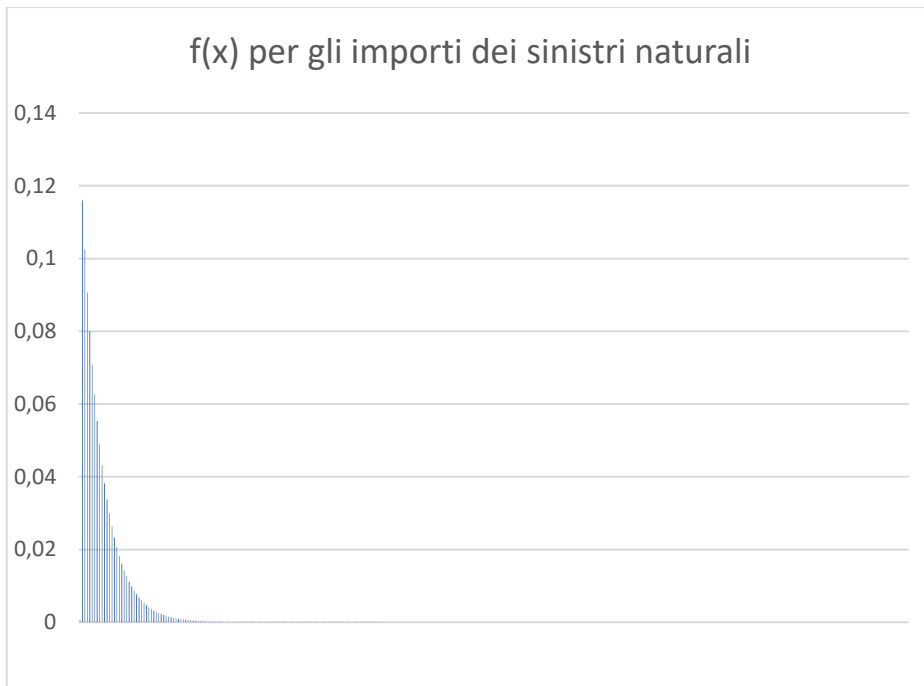


Figura 15:  $f(x)$  per importo dei sinistri "man-made" distribuiti con un'esponenziale negativa, disegno di 350 classi equivalenti. elaborazioni su dati Swiss Re

Nonostante la differenza di classi disegnate, che dovrebbe quindi espandere la curva dei sinistri “man-made”, la differenza è enorme: la curva degli importi dei sinistri inimmaginabili “man-made” si annulla già dopo la 350<sup>a</sup> classe equivalente, mentre quella dei sinistri inimmaginabili naturali continua anche dopo la 1450<sup>a</sup>. Questo a confermare quanto prima affermato e cioè a più alta probabilità di importi più ingenti nel caso naturale rispetto a quelli “man-made”.

Per concludere questo focus sulla differenza tra queste 2 tipologie di eventi si procederà con l’analisi delle distribuzioni del danno aggregato per anno.

fasce d'importo	$f_N(x)$	$F_N(x)$	$f_M(x)$	$F_M(x)$
< 1.000.000	1,52216E-07	1,52E-07	0,002932	0,00293
1.000.000 - 10.000.000	0,000107885	0,000108	0,026002	0,02893
10.000.000 - 50.000.000	0,000447383	0,000555	0,078783	0,10772
50.000.000 - 200.000.000	0,027731684	0,028287	0,466567	0,57428
200.000.000 - 1.000.000.000	0,159049039	0,187336	0,321907	0,89619
1.000.000.000 - 5.000.000.000	0,365615885	0,552952	0,094042	0,99023
5.000.000.000 - 10.000.000.000	0,160078507	0,713031	0,007108	0,99734
10.000.000.000 - 50.000.000.000	0,22726383	0,940294	0,002597	0,99994
> 50.000.000.000	0,059705635	1,000000	6,28E-05	1,00000

Tabella 14:  $f(x)$  e  $F(x)$  del danno aggregato per sinistri inimmaginabili naturali e "man-made", elaborazioni su dati Swiss Re

Osservando i risultati, si può da subito notare, come la maggior sinistrosità degli eventi “man-made” non sia riuscita granché a diminuire la differenza presente negli importi per sinistro. Infatti, il danno aggregato per anno dei sinistri inimmaginabili naturali nel mondo ha, negli importi maggiori, probabilità di gran lunga più grandi;

la probabilità di avere un evento inimmaginabile naturale con un costo superiore al miliardo di dollari è circa del 91%, circa la stessa percentuale (90%) che ha un sinistro “man-made” di restare al di sotto di questa soglia. Nei casi di natura umana, poi, c’è una buona probabilità (57%) che il costo aggregato annuale resti sotto i 200 milioni, mentre nel caso naturale questa possibilità è residuale (circa il 3%).

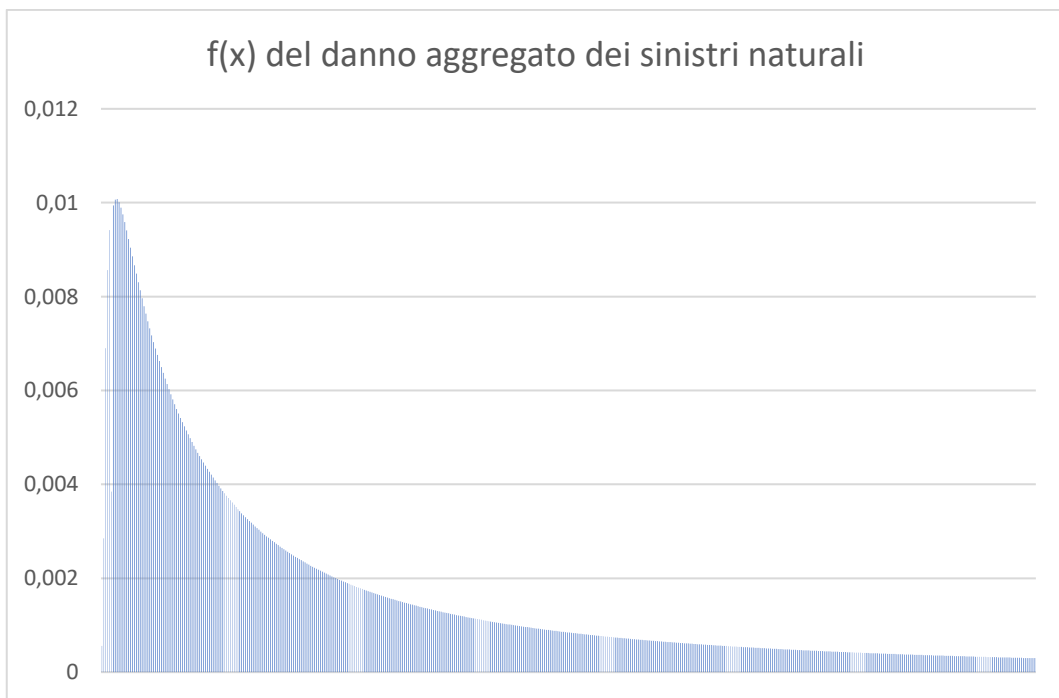


Figura 16:  $f(x)$  dei sinistri inimmaginabili naturali distribuiti con una log-normale, elaborazioni su dati Swiss Re, disegno di 300 classi equivalenti

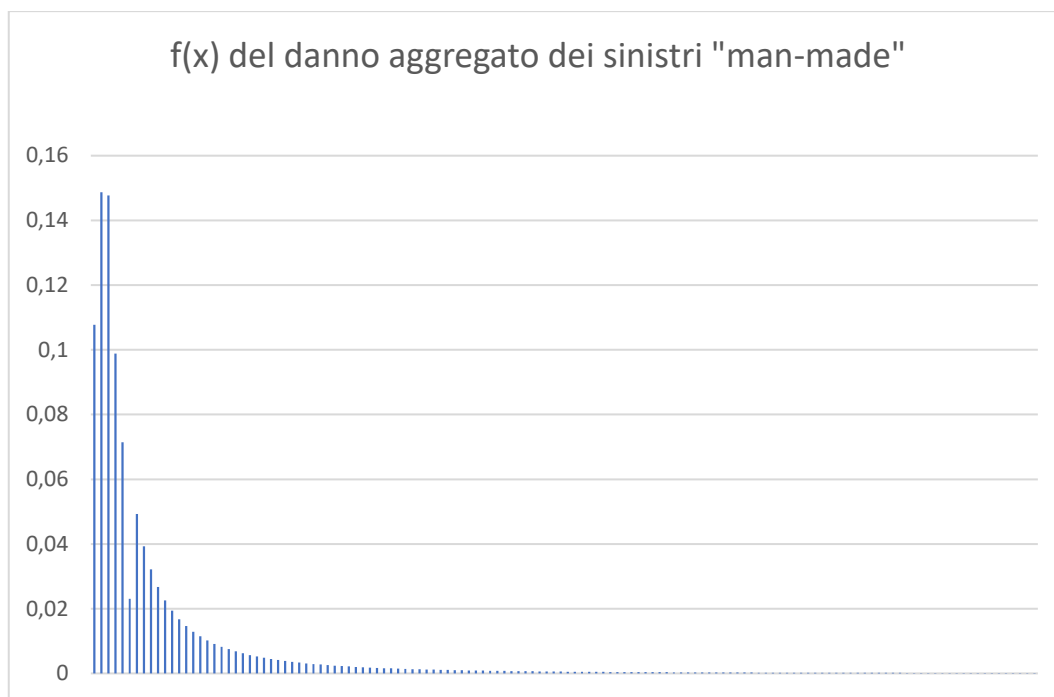


Figura 17:  $f(x)$  dei sinistri inimmaginabili “man-made” distribuiti con una log-normale, elaborazioni su dati Swiss Re, disegno di 150 classi equivalenti

Anche il grafico conferma quanto affermato; nonostante la diversità di classi equivalenti disegnate (per favorire la rappresentazione grafica) la differenza in termini di probabilità per le classi a minor importo e la velocità con cui tende a zero la curva dei sinistri “man-made” sono la controprova del maggiore impatto di costo annuale dei sinistri naturali.

Quindi in conclusione di questo focus, si può affermare come ci sia una maggiore probabilità di avere un evento inimmaginabile di natura “man-made”, ma esso può risultare di impatto non ingente come quello di tipologia naturale, il cui danno è, nella maggior parte dei casi, di gran lunga più importante.

## III.6 Focus sull'Asia

Come si è visto fin dalla suddivisione per continente degli eventi inimmaginabili, in Asia si sono verificati 16 eventi su 36, e tra questi anche il primo e il terzo con il maggior importo del sinistro. Per questa ragione si è deciso di analizzare con più precisione questi 16 eventi.

anno	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
eventi Asia	1	1	1	2	1	1	0	1	1	2	1	0	1	0	1	2
Eventi tot*	1	5	2	2	3	2	0	1	5	3	2	1	1	2	2	4

Tabella 15: eventi inimmaginabili in Asia e totali suddivisi per anno. elaborazioni su dati Swiss Re  
\*si considera il totale di quelli inimmaginabili.

Una prima osservazione può essere tratta già sul fatto che solo in 3 dei 16 anni, tra cui uno in cui non ne sono avvenuti in nessuna parte del mondo (2008), non sono avvenuti eventi inimmaginabili in Asia. Nei 16 anni si sono verificati 16 sinistri di questa tipologia, quindi è semplice calcolare la media, che sarà quindi pari a 1 sinistro.

Partendo da questa osservazione, si sono calcolate, sempre con la distribuzione di Poisson la funzione di densità di probabilità e la funzione di ripartizione per numero di sinistri:

numero sinistri	f(x)	F(x)
0	0,367879	0,367879441
1	0,367879	0,735758882
2	0,18394	0,919698603
3	0,061313	0,981011843
4	0,015328	0,996340153
>5	0,00366	1

Tabella 16:  $f(x)$  e  $F(x)$  del numero di sinistri in Asia distribuiti con una Poisson, elaborazioni su dati Swiss Re

La distribuzione di Poisson, sicuramente in questo caso, sovrastima la probabilità di avere 0 sinistri e sottostima quella di averne 1, in quanto considera una varianza (uguale alla media) di gran lunga superiore a quella reale (0,375).

Nonostante questa sicura sovrastima, la probabilità di avere almeno un evento inimmaginabile in Asia in un anno è circa del 64%, mentre la probabilità di avere 4 o più sinistri di questa tipologia è pressoché nulla, come dimostra anche questo grafico:

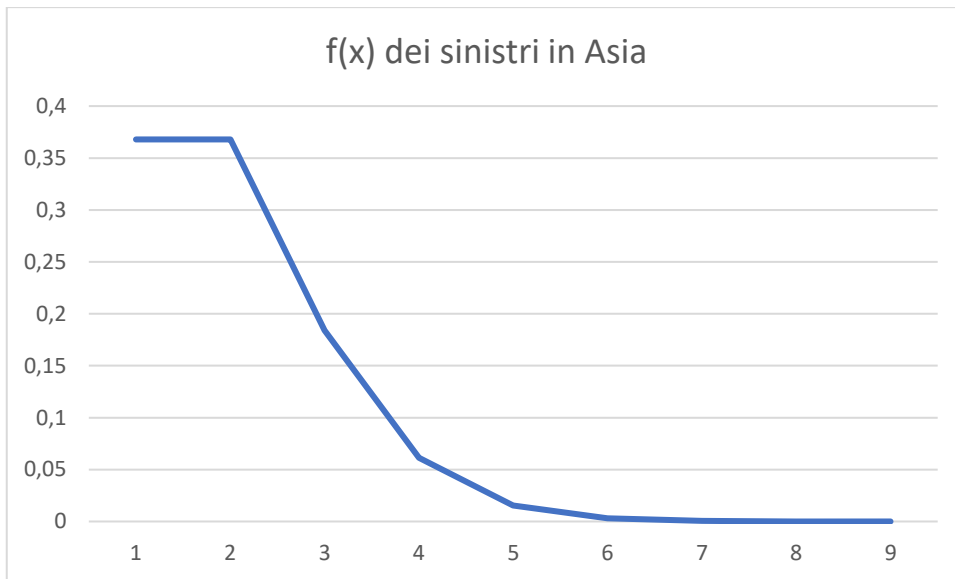


Figura 18:  $f(x)$  di Poisson per il numero dei sinistri in Asia, elaborazioni su dati Swiss Re

Si è proceduto ad effettuare l'analisi per costo del sinistro, sempre utilizzando la funzione esponenziale negativa.

classi d'importo	$f(x)$	$F(x)$
< 1.000.000	7,092E-05	7,09195E-05
1.000.000 - 10.000.000	0,00063805	0,000708969
10.000.000 - 50.000.000	0,00283085	0,003539822
50.000.000 - 200.000.000	0,01054446	0,014084282
200.000.000 - 1.000.000.000	0,0543812	0,06846548
1.000.000.000 - 5.000.000.000	0,23008768	0,298553156
5.000.000.000 - 10.000.000.000	0,20941917	0,507972325
10.000.000.000 - 50.000.000.000	0,46319084	0,971163161
> 50.000.000.000	0,02883684	1

Tabella 17:  $f(x)$  e  $F(x)$  per la distribuzione esponenziale negativa



Nel caso dei sinistri “asiatici” le probabilità di avere importi più alti aumentano; questo è sicuramente aiutato dal fatto che l’evento con il danno più ingente (di gran lunga) è in Asia. Comunque, la probabilità che un evento inimmaginabile che si verifica in questo continente superi il miliardo di dollari è circa dell’71% contro il circa 50% dell’analisi “mondiale”.

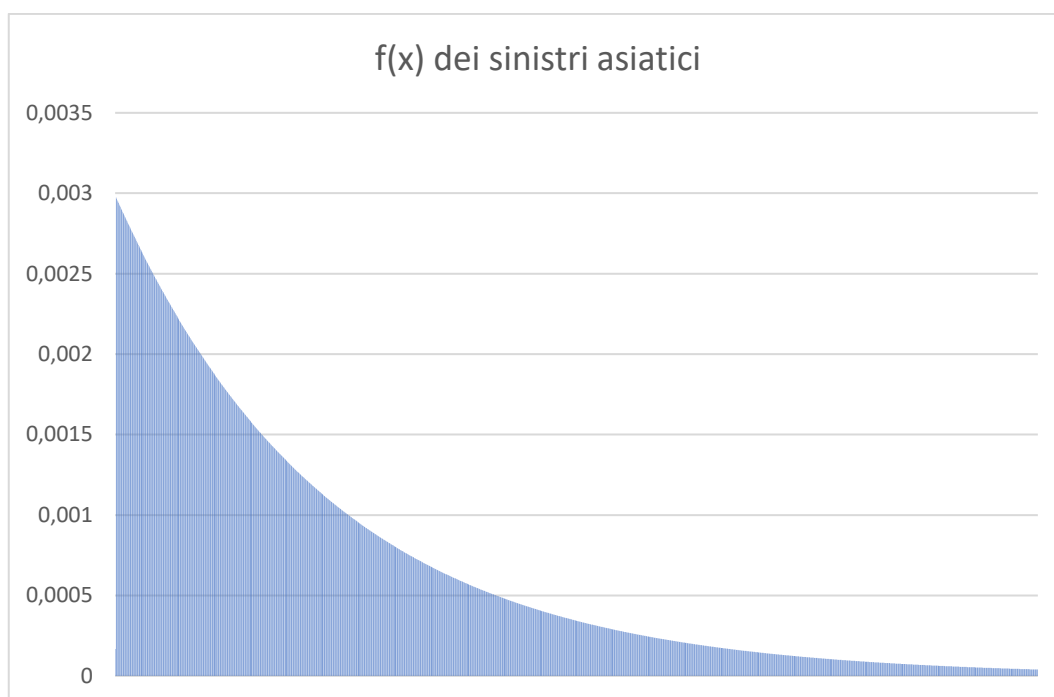


Figura 19:  $f(x)$  dei sinistri asiatici per importo, elaborazioni su dati Swiss Re, elaborazioni su dati Swiss Re

Confrontando il grafico qui sopra con la figura 9, che rappresentava la densità di frequenza di tutti i sinistri, si nota come il grafico soprastante scenda più gradualmente rispetto all’altro, a testimonianza di una maggiore probabilità per

importi maggiori in confronto a quello “mondiale”. Il grafico è stato disegnato con lo stesso metodo, e rappresenta sempre le prime 1450 classi equivalenti ottenute come spiegato al paragrafo III.3 sull’esponenziale negativa del caso “mondiale”.

Così come fatto precedentemente ora è possibile effettuare l’analisi della distribuzione del danno aggregato e, quindi, concludere il focus sugli eventi inimmaginabili di questo continente.

Con la stessa metodologia precedente si sono ottenute la distribuzione di densità e la funzione di ripartizione suddivisa per classi di danno:

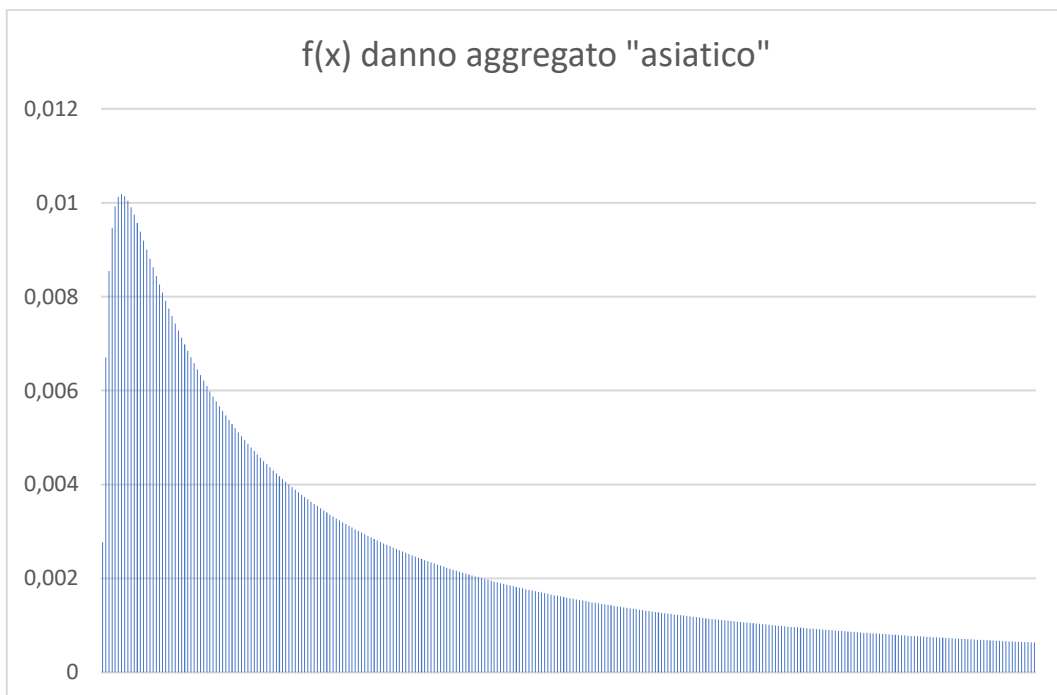
fascia di danno aggregato per anno	f(x)	F(x)
< 200.000.000	0,032446	0,032446
200.000.000 - 600.000.000	0,098210	0,125694
600.000.000 - 1.500.000.000	0,169582	0,274222
1.500.000.000 - 3.000.000.000	0,155774	0,431377
3.000.000.000 - 6.000.000.000	0,170430	0,598631
6.000.000.000 - 10.000.000.000	0,113217	0,713845
10.000.000.000 - 20.000.000.000	0,122166	0,840037
20.000.000.000 - 40.000.000.000	0,079317	0,922562
> 40.000.000.000	0,077438	1

Tabella 18:  $f(x)$  e  $F(x)$  per il danno aggregato dei sinistri asiatici, distribuito come una log-normale, elaborazioni su dati Swiss Re

Analizzando le distribuzioni del danno aggregato si può notare che, confrontando le probabilità delle varie classi con le distribuzioni “mondiali”, sono pressoché simili; le differenze in termini di singolo sinistro infatti sono state, probabilmente,

assorbite dalle annate in cui il danno aggregato era pari a 0 per il caso asiatico ma non in quello totale (2013,2015).

Utilizzando lo stesso metodo e le stesse classi della distribuzione “mondiale” del danno aggregato del paragrafo III.4, si è passato a disegnare il grafico della distribuzione  $f(x)$ :



*Figura 20:  $f(x)$  del danno aggregato dei sinistri asiatici con distribuzione log-normale, elaborazioni su dati Swiss Re*

Anche il grafico conferma quanto prima affermato, cioè la similarità tra la distribuzione danno aggregato per quel che riguarda i sinistri inimmaginabili asiatici e i sinistri inimmaginabili di tutto il mondo. L'unica differenza che si può

notare dal grafico è che il massimo della curva di questa figura riesce a superare l'1% per quello che riguarda le classi equivalenti di cui prima, cosa che il caso “mondiale” non fa.

Concludendo questo focus si può quindi affermare che nel caso asiatico aumenta la probabilità di avere un sinistro d'importo maggiore, ma considerando il danno aggregato annuale non si segnalano differenze significative. L'osservazione che si può quindi fare è che in Asia si ha quasi la stessa probabilità di subire un danno aggregato annuale rispetto a tutto il mondo, il che è indice di maggiore rischiosità.

# Capitolo IV

In questo capitolo si trarranno le conclusioni che le analisi dei precedenti capitoli suggeriscono. Quello che si cercherà di fare è di avere un quadro, il più chiaro possibile, di come questa analisi possa servire per affrontare nel miglior modo gli eventi inimmaginabili che di sicuro accadranno nel prossimo futuro.

## IV.1 Possibili conclusioni

Dopo aver analizzato le varie distribuzioni probabilistiche, si può trarre qualche conclusione generale su questa tipologia di eventi. Sicuramente questo lavoro afferma che è un problema con cui bisogna fare i conti e che, quindi, uno stato dovrebbe cercare di tenere a mente; infatti la percentuale che in un anno non ci sia neanche un evento inimmaginabile a livello mondiale è solo del 10%, quindi è altamente probabile che un sinistro di questa tipologia accada. L'impatto di questo evento sarà con alta probabilità ingente, circa nell'87% dei casi il sinistro avrà un costo superiore al miliardo di dollari e quasi nel 50% superiore ai 5 miliardi.

Sempre rimanendo nell'ottica mondiale, si sono provate a vedere le possibili differenze tra eventi inimmaginabili naturali ed eventi inimmaginabili “man-

made”; si è potuto osservare che gli eventi provocati in modo diretto o indiretto dall'uomo hanno una numerosità maggiore, ma hanno un costo di gran lunga inferiore in termini di danno del singolo sinistro. Infatti, quasi la totalità delle possibilità degli eventi inimmaginabili di natura umana avrebbe un importo inferiore ai 5 miliardi, mentre quelli di origine naturale superano questo limite circa nel 54% dei casi. Potendosi, quindi, attendere circa un evento l'anno di origine naturale, l'ingente impatto che questo avrebbe sarà una spesa da non poco da sostenere.

Inoltre, questa differenza tra le due tipologie non si attenua neanche nell'analisi del danno aggregato annuale; infatti, nonostante la maggiore sinistrosità rilevata, gli eventi “man-made” hanno un costo annuale di molto inferiore a quello degli eventi naturali, che sono meno frequenti ma con un costo potenzialmente devastante.

Ovviamente il mondo è grande e non è calcolabile, vista la scarsità dei dati, la probabilità specifica per il singolo paese; si può però sottolineare il fatto che ben 16 eventi su 36 sono accaduti in Asia. Ciò significa che quasi la metà (44%) degli eventi accadono in questo continente, aumentando quindi la probabilità per i paesi presenti in questa parte del mondo, considerando altresì che l'Asia è comunque il continente più grande; per questo è stata effettuata un'analisi solo su questo continente, che porta ad affermare che è molto probabile avere almeno un evento inimmaginabile ogni anno in questa zona del mondo.

Non ci si può però basare solo sul numero di eventi, ma, come si è fatto anche nelle analisi precedenti si è andato a vedere anche i costi dei sinistri; gli importi dei sinistri asiatici, senza considerare l'evento n° 24, sono circa il 42% del totale, seguendo quindi l'ordine di grandezza del numero di eventi. Ovviamente se si considerasse anche l'evento di cui prima il costo asiatico sarebbe di gran lunga più alto; quindi un sinistro inimmaginabile in Asia sarebbe, in media, di impatto più grande, ma andando a considerare l'impatto annuale degli eventi con il danno aggregato non si segnalano differenze significative con il caso "mondiale".

Quindi, in conclusione, gli eventi inimmaginabili sono, si chiede scusa per l'ossimoro, un'incognita costante, cioè fenomeni sconosciuti e imprevedibili che però accadono abbastanza costantemente nella loro eterogeneità; l'Asia ne è il continente più colpito, sia per la vastità dello stesso, sia per alcune particolari condizioni climatiche e geografiche. Ciò che viene provocato dalla natura è d'impatto straordinariamente più grande di ciò che è provocato dall'uomo, nonostante quest'ultimo caso sia più diffuso.

Quello che si è fatto in questo elaborato, è come già affermato nell'introduzione di questo lavoro, è considerare i 36 eventi analizzati, come fuori dalla curva dei sinistri "standard", e con questo "diverso" approccio si sono ottenuti i risultati di cui sopra. Questi eventi infatti, di solito, vengono considerati come outliers oppure vengono impropriamente considerati e computati come tutti gli altri eventi; in questo modo si rischia o di perdere informazioni importanti visto che, come è stato analizzato,

hanno comunque un ingente impatto sulle economie dei paesi colpiti, oppure si rischia di mischiare questi eventi con sinistri, sicuramente gravi, ma che comunque hanno una ciclicità che non li ha fatti considerare in questa analisi. Così facendo si rischia di sottostimare la probabilità di questa tipologia di eventi o di sottovalutarli in termini di costo e numero.

## **IV.2 Scenari futuri**

Come affermato ripetutamente in questo lavoro, questa è una prima analisi, un primo tentativo con cui si è provato ad analizzare questa tipologia di eventi, che, come si è visto, è una problematica che bisogna tenere in considerazione. Essendo un primo tentativo, tutto ciò che è contenuto nel lavoro, ovviamente, può e dovrà essere sviluppato, integrato e migliorato.

Innanzitutto, si potrebbero prendere in considerazione altre fonti e quindi altri dati che non è stato possibile reperire, allargando il campione e riuscendo, quindi, ad ottenere risultati migliori ma, soprattutto, più significativi; per esempio provando ad ottenere dati antecedenti l'anno 2002, cosa che in questo lavoro non è stato possibile rintracciare.

Oltre a ricercare dati di anni antecedenti il 2002 si potrebbe, continuando a monitorare il fenomeno, aumentare la numerosità dei dati con i nuovi sinistri



inimmaginabili che, sicuramente da quanto sottolinea questo lavoro, accadranno nel mondo in futuro. Ovviamente anche la qualità del campione è migliorabile, cercando di ottenere più informazioni sui dati, senza doversi basare su ipotesi di costo, ma utilizzando i veri e propri danni causati dal sinistro, stimati con precisione, magari potendo ottenere, anche dalla stessa fonte, più dettagli sugli stessi dati, cosa che si è provato a fare anche con la stessa Swiss Re, che però per motivi di copyright non ha potuto fornire.

Infatti, un campione di migliore qualità e con una numerosità maggiore consentirebbe anche di suddividere gli eventi in classi in base alla tipologia dell'evento, non solo naturali e "man-made", ma anche, ad esempio, categorie come trasporti, terrorismo o altre che sicuramente porterebbero ad ottenere risultati più precisi e significativi.

Tutto questo, quindi, consentirebbe di perfezionare il modello e renderlo più utile allo scopo che si era prefissato, e cioè ad andare a stimare nel miglior modo possibile una perdita futura causata da un evento inimmaginabile; così facendo si potrà sviluppare un vero e proprio modello preciso che possa aiutare uno stato o un'organizzazione sovranazionale a stimare le perdite derivanti, non solo dagli eventi estremi ciclici, ma anche da quelli che in questo lavoro sono stati definiti inimmaginabili, potendo quindi valutare con accuratezza l'impatto di questi sinistri. Concludendo la ricerca, si spera di aver esposto un problema assai complesso nel

modo più chiaro e comprensibile, che possa essere il punto di partenza per una nuova analisi ancora più approfondita su questo argomento.

# Bibliografia e sitografia

- N. N. Taleb, Il cigno nero, Il Saggiatore, 2008, 379 pp.
- T. Aven, Risk, Implications of black swans to the foundations and practice of risk assessment and management, Elsevier Ltd, 2014
- E. Patè-Cornell, On “Black Swans” and “Perfect Storms”: Risk Analysis and Management When Statistics Are Not Enough, 2012
- <https://plausiblefutures.wordpress.com/2013/12/17/the-perfect-storm-and-black-swan-theory/>
- <http://www.continuitycentral.com/feature1028.html>
- G. Forino, S. Bonati, L. M. Calandra, Governance of Risk, Hazards and Disasters, Routledge, 2018
- Lucien J. Dhooge, A previously unimaginable risk potential: september 11 and the insurance industry, 2008
- <http://www.sigmarisk.com/news/2017/7/25/black-swans-and-dragon-kings>
- <https://www.spireresearch.com/wp-content/uploads/2012/03/spire-ejournal-q1-2011-black-swan-events.pdf>
- Swiss Re, 2018 Business Report, 2019

- Swiss Re, [Sigma 01/2018: Natural catastrophes and man-made disasters in 2017: a year of record-breaking losses, 2018](#)
- Swiss Re, [Sigma 02/2017: Natural catastrophes and man-made disasters in 2016: a year of widespread damages, 2017](#)
- Swiss Re, [Sigma 01/2016: Natural catastrophes and man-made disasters in 2015: Asia suffers substantial losses, 2016](#)
- Swiss Re, [Sigma 02/2015: Natural catastrophes and man-made disasters in 2014: convective and winter storms generate most losses, 2015](#)
- Swiss Re, [Sigma 01/2014: Natural catastrophes and man-made disasters in 2013: large losses from floods and hail; Hayan hits the Philippines, 2014](#)
- Swiss Re, [Sigma 02/2013: Natural catastrophes and man-made disasters in 2012: a year of extreme weather events in the US, 2013](#)
- Swiss Re, [Sigma 02/2012: Natural catastrophes and man-made disasters in 2011: historic losses surface from record earthquakes, 2012](#)
- Swiss Re, [Sigma 01/2011: Natural catastrophes and man-made disasters in 2010: a year of devastating and costly events, 2011](#)
- Swiss Re, [Sigma 01/2010: Natural catastrophes and man-made disasters in 2009: catastrophes claim fewer victims, insured losses fall, 2010](#)
- Swiss Re, [Sigma 02/2009: Natural catastrophes and man-made disasters in 2008: North America and Asia suffer heavy losses, 2009](#)

- Swiss Re, Sigma 01/2008: Calamità naturali e catastrofi man-made nel 2007: danni elevati in Europa, 2008
- Swiss Re, Sigma 02/2007: Calamità naturali e catastrofi man-made nel 2006: livelli contenuti di sinistralità, 2007
- Swiss Re, Sigma 02/2006: Calamità naturali e catastrofi man-made nel 2005: numerose le vittime dei terremoti, danni da tempeste a livelli record, 2006
- Swiss Re, Sigma 01/2005: Calamità naturali e catastrofi man-made nel 2004: oltre 300 000 vittime e sinistri senza precedenti, 2005
- Swiss Re, Sigma 01/2004: Calamità naturali e catastrofi man-made nel 2003: Elevato numero di vittime, sinistri assicurati relativamente contenuti, 2004
- Swiss Re, Sigma 02/2003: Calamità naturali e catastrofi man-made nel 2002: le alluvioni gravano sul bilancio dei sinistri, 2003
- P. Embrechts, C. Kluppelberg, T. Mikosch, Modelling Extremal Events: for Insurance and Finance, Springer, 1997
- G. Crenca, S. Forte, Tecnica delle assicurazioni danni

# Ringraziamenti

Sono ormai alla fine di questo percorso, 5 anni vissuti intensamente e volati via in un batter d'occhio, tra sorrisi, spensieratezza, gioie e progetti. Tutto quello che ho vissuto è stato possibile grazie a un sacco di persone che meritano di essere citate, perché *“ci vuole pane e fortuna, ci vuole vino e coraggio”* ma *“soprattutto ci vogliono buoni compagni di viaggio!”*.

Ovviamente a partire dalla mia famiglia, che con tranquillità e costanza mi ha sostenuto senza sosta, e che da quando ho cominciato a vivere a Roma è stata un riparo, ma lasciandomi la libertà anche di non essere mai a casa.

Un grazie ad Ilaria, conosciuta durante questi 5 anni, dopo il primo traguardo mi ha accompagnato anche in questi altri 2 anni, facendomi sentire un “genietto” e apprezzandomi sempre per quello che sono.

Un grande grazie agli amici ormai storici, che ci sono sempre stati, con cui ho passato momenti bellissimi, dai capodanni (sempre in una delle mille case di Martina) alle mosciolate, dalle albe in spiaggia alle aste del fantacalcio, dai viaggi alle chiacchierate, con cui siamo arrivati a viverci anche questo momento insieme, sperando che Francesco si sia ricordato gli spara-coriandoli questa volta! Se sono arrivato qui è anche merito vostro!

Grazie al mio gruppo di ragazzi del 2005, sì proprio a voi, che vi fidate di me da 9 anni, e mi donate gioia, affetto ed entusiasmo! Il tempo che passo con voi è sempre fantastico e non lo cambierei con nessun'altra cosa al mondo!

Non posso poi non ringraziare tutti gli amici conosciuti all'università, quelli conosciuti alla triennale, il gruppo dei tutor di statistica, fino al gruppo degli attuari con cui ho condiviso questi ultimi due anni! Tra cene, pranzi, lavori di gruppo (con benchmark altissimo), tutorati, vacanze e appunti prestati (a me) siete stati fondamentali per vivere bene questa esperienza (un ringraziamento particolare a Leonardo che mi ha aiutato nella revisione della tesi, oltre che in svariati prestiti a fondo perduto di appunti).

Impossibile non citare i compagni della mia più grande passione, cioè l'animazione! Un grazie a tutti i gruppi animatori (con citazione particolare per "Villa Arzilla"), tutti i gruppi di ragazzi (con menzione per il gruppo PACT) e all'equipe di Pastorale Giovanile (in particolare vorrei citare Elsi, con cui in certi periodi ci si vedeva tutte le sere) con cui ho condiviso feste, campi, UTPT, e preparazioni varie; tutto quello che ho fatto con voi, continuerò a farlo perché non riuscirò mai a sostituirlo con nessun'altra cosa al mondo (sì l'ho già detto lo so, ma è così davvero)!

Un grazie ai colleghi di C&A che mi hanno accolto in quest'ultimo periodo nei momenti di lavoro così come nei momenti di pausa. Una menzione particolare a Nino, senza il quale questa tesi probabilmente non sarebbe stata finita, e a Marica

e Alessia, compagne di stanza preziose sempre pronte a consigliarmi mentre ero alle prese con l'ansia e la paura di non finire questo lavoro.

Un grazie al Prof. Giampaolo Crenca per l'ispirazione il costante supporto in questo lavoro di tesi, nonostante i suoi molteplici impegni, e per avermi dato la possibilità di fare esperienza nel suo studio.

Un grazie anche al Prof. Marco Cucculelli, correlatore di questa tesi che è riuscito sempre a supportare il nostro corso mettendosi sempre a disposizione mia e dei miei compagni.

Grazie a tutte le persone che mi sono state vicine (tra cui tutti i coinquilini che si sono succeduti tra via Nicastro e via Ardea), con cui ho condiviso momenti bellissimi, o che, vista l'ora tarda in cui sto scrivendo mi sono dimenticato di ringraziare.

Dopo tutti questi grazie, vorrei ringraziare anche me stesso, per averci sempre creduto, per la positività con cui ho sempre affrontato questo periodo, anche nella difficoltà ho avuto la forza *“di fare la partita giocando fuori casa”*, perché, come già detto alla triennale, *“ci vuol sudore e un minimo di cuore se non vuoi lo zero a zero”*.

Questo percorso purtroppo è finito, *“se mi pagassero per fare l'università la farei tutta la vita”*, non so cosa mi aspetterà per il futuro, ma l'unica cosa certa è che lo affronterò con ottimismo, positività e, sempre, *“passo dopo passo”*.