

POLITECNICO DI MILANO

Facoltà di Ingegneria dei Sistemi

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale



**Strumento di stima dei costi della non sicurezza
finalizzato ad un'analisi costi-benefici di interventi di
prevenzione e/o protezione**

Relatore: Prof. Guido Jacopo Luca MICHELI

Co-relatore: Prof. Enrico CAGNO

Tesi di Laurea Magistrale di:

Veronica FERRANDI

Matr. 770416

Anno Accademico 2013 - 2014

Ringraziamenti

*Un primo sentito ringraziamento va al Professor Guido JL Micheli,
sempre presente a guidarmi e a supportarmi al meglio durante tutti
questi mesi insieme;*

*Un secondo ringraziamento, non meno importante, lo rivolgo al
co-relatore, il Professor Enrico Cagno per l'opportunità concessami
di svolgere il presente lavoro di tesi, offrendo disponibilità e preziosi
consigli durante il percorso;*

*Voglio poi ringraziare la mia famiglia e Giorgio per avermi sempre
sostenuto in questo lungo cammino, pieno di gioie e soddisfazioni,
non senza fatiche e sacrifici.*

Indice generale

<i>Indice delle Tabelle</i>	5
<i>Indice delle Figure</i>	6
<i>Abstract (ITA)</i>	7
<i>Abstract (ENG)</i>	9
<i>Executive Summary (ITA)</i>	11
<i>Executive Summary (ENG)</i>	32
1 INTRODUZIONE	52
1.1 Panoramica generale del problema	54
1.2 Chi paga per la non sicurezza?.....	56
1.3 I costi della non sicurezza nelle aziende: una minaccia alla competitività.....	59
1.4 Peculiarità delle PMI	61
1.5 Obiettivo	62
2 LO STATO DELL'ARTE:	
I Costi degli infortuni, le Classificazioni e i Modelli di stima	66
2.1 Metodologia	67
2.2 I costi della non sicurezza	68
2.3 Le classificazioni dei costi	71
2.4 Ridefinizione dei costi e classificazione per natura	79
2.5 Approcci e metodi di quantificazione del costo della non sicurezza	86
2.6 Critica alla letteratura.....	91
3 IL MODELLO: Visione, Metodo e Processo	93
3.1 Una nuova visione: dall'ex post all'ex ante	94
3.1.1 Il Documento di Valutazione dei Rischi	95
3.1.2 Utilizzo del DVR per la stima dei costi della non sicurezza.....	97
3.2 Il metodo: come arrivare alla stima	99
3.2.1 Proposta di riclassificazione funzionale allo scopo	102
3.2.2 Ottimizzazione delle risorse: selezione delle voci di costo da stimare	105
3.2.2.1: Copertura del modello	109
3.2.3 Revisione delle voci di costo in funzione di variabili e parametri.....	113
3.2.3.1: Aggregazione delle voci di costo	119
3.2.3.2: Definizione degli stimatori da utilizzare	121
3.2.4 Le funzioni di costo.....	123
3.3 Processo di utilizzo	124
3.3.1 Inizializzazione dei parametri incogniti	125

3.3.2 Funzionamento a regime	125
3.3.3 Analisi costi-benefici di un eventuale intervento.....	126
4 ESEMPIO APPLICATIVO: Simulazione di applicazione del modello	128
4.1 Analisi della distribuzione del rischio e definizione del campo d'azione	130
4.2 Rilevazione dei dati necessari alla stima	132
4.3 Stima dei costi della non sicurezza	136
4.4 Analisi costi-benefici di un potenziale intervento	137
4.5 Considerazioni finali sull'applicazione dello strumento	140
5 CONCLUSIONI.....	142
5.1 Punti di forza e limiti	144
5.2 Sviluppi futuri	146
5.3 Conclusioni	147
<i>Bibliografia</i>	148
<i>Appendici</i>.....	152
Appendice A: Descrizioni e citazioni delle voci di costo rilevate in letteratura.....	152
Appendice B: Presa di posizione necessaria alla riclassificazione delle voci di costo	158
Appendice C: Extended Abstract approvato da ESREL 2015	159
Appendice D: Paper presentato a ESREL 2015.....	160

Indice delle Tabelle

Tabella 1.1 - Denunce di infortunio per modalità e anno di accadimento (INAIL)	55
Tabella 1.2 - Denunce per malattie professionali per genere e anno di protocollo (INAIL)..	56
Tabella 1.3 - Categorie di Impresa.....	61
Tabella 2.1 - Voci di costo riscontrate in letteratura e relative citazioni	68
Tabella 2.2 - Fattori che influenzano le voci di costo secondo la letteratura	70
Tabella 2.3 - Pregi e difetti delle classificazioni	76
Tabella 2.4 - Voci di costo classificate secondo la letteratura.....	77
Tabella 2.5 - Classificazione per natura	85
Tabella 3.1 - Esempio di scala di valutazione della probabilità di accadimento	96
Tabella 3.2 - Esempio di scala di valutazione dell'entità del danno.....	96
Tabella 3.3 - Input e Output relativi al diagramma di processo	101
Tabella 3.4 - Criteri di riclassificazione dei costi	103
Tabella 3.5 - Voci di costo riclassificate	104
Tabella 3.6 - Rilevanza e stimabilità ex post/ex ante	105
Tabella 3.7 - Elenco ottimizzato delle voci di costo	108
Tabella 3.8 - Variabili e parametri che influenzano i costi della non sicurezza	119
Tabella 3.9 - Costi riclassificati che vengono stimati dal modello	120
Tabella 3.10 - Stimatori.....	122
Tabella 3.11 - Funzioni di costo e parametri da stimare	123
Tabella 4.1 - Input e Output relativi alle attività previste dall'applicazione del modello	129
Tabella 4.2 - Questionario A	131
Tabella 4.3 - Questionario A compilato per la mansione "Falegname"	133
Tabella 4.4 - Questionario B compilato per la mansione "Falegname"	134
Tabella 4.5 - Altri parametri funzionali alla stima.....	136
Tabella 4.6 - Costi attesi della non sicurezza per la mansione "Falegname".....	136
Tabella 4.7 - Resoconto dei giorni di assenza attesi generati da ciascun rischio.....	137
Tabella 4.8 - Resoconto dei giorni di assenza tenendo conto dell'intervento.....	138
Tabella 4.9 - Costi attesi prima e dopo l'intervento.....	139

Indice delle Figure

Figura 1.1 - Soggetti su cui ricadono le conseguenze di infortuni e malattie sul lavoro	58
Figura 1.2 - Ripartizione dei costi degli infortuni (Pathak, 2008)	58
Figura 1.3 - Effetti economici della salute e della sicurezza sul lavoro a livello aziendale (Mossink & de Greef, 2002)	60
Figura 1.4 - Benefici di un'appropriata politica di salute e sicurezza sul lavoro (EASHW, 2008)	60
Figura 1.5 - Criteri di definizione delle PMI	61
Figura 1.6 - Limiti e necessità delle Imprese	62
Figura 1.7 - Il DVR e la stima dei costi della non sicurezza	63
Figura 1.8 - Schema concettuale	64
Figura 2.1 - Riduzione dei profitti a causa dei costi intangibili (Pujol & Maroto)	75
Figura 2.2 - I diversi approcci nella raccolta dati	87
Figura 2.3 - Schema concettuale – il cuore del problema	92
Figura 2.4 - Motivazioni che rendono lo storico non adatto alle caratteristiche delle PMI... ..	92
Figura 3.1 - Schema concettuale – una nuova visione	94
Figura 3.2 - Matrice di valutazione del rischio	97
Figura 3.3 - Procedimento di stesura del DVR	97
Figura 3.4 - Confronto tra lo storico e il DVR	99
Figura 3.5 - Diagramma di processo	101
Figura 3.6 - Rilevanza dei costi quantificati in letteratura (Rikhardsson & Impgaard, 2004b)	111
Figura 3.7 - Porzione dei costi quantificati in letteratura e stimabili dal modello	111
Figura 3.8 - Ripartizione dei costi stimabili dal modello	113
Figura 3.9 - Schema concettuale – dati in input	113
Figura 3.10 - Schema concettuale – raggiungimento dello scopo	124
Figura 3.11 - Inizializzazione dei parametri	125
Figura 3.12 - Funzionamento a regime	125
Figura 3.13 - Analisi costi-benefici	126
Figura 4.1 - Schema di funzionamento del modello	129
Figura 4.2 - Risultato dell'analisi costi-benefici dell'intervento ipotizzato	140
Figura 5.1 - Punti di forza e limiti della ricerca	144

Abstract (ITA)

Nonostante in Italia gli infortuni sul lavoro sono un fenomeno in calo, la positività del trend non deve essere motivo di appagamento; i dati INAIL mostrano la dimensione del problema: nell'anno 2013 le denunce all'Ente sono state poco meno di 700.000, rendendo drammaticamente evidente quanto si è lontani dall'obiettivo 0 infortuni. Ciascuno di questi eventi implica sofferenze fisiche e morali per l'infortunato e la sua famiglia, ma anche perdite economiche per il Lavoratore stesso, per l'Azienda e per la Società nel suo insieme.

A livello delle Imprese c'è però scarsa consapevolezza dei costi che vengono effettivamente sostenuti a causa degli infortuni, molti dei quali risultano difficili da identificare e quantificare; l'errata percezione del problema che ne consegue fa sì che, in molte realtà, gli investimenti in salute e sicurezza siano limitati al rispetto delle normative vigenti. Ciò di cui le Imprese hanno bisogno è uno strumento che permetta di stimare i costi della non sicurezza e di valutare la convenienza di interventi in materia; in letteratura sono presenti svariati metodi di quantificazione dei costi, la maggior parte dei quali deve essere però alimentato da numerosi dati e risulta impegnativo da applicare. Se per le Grandi Imprese questo costituisce un ostacolo, per quelle piccole e medie diventa un vero e proprio impedimento: queste infatti registrano solo i dati essenziali e hanno poche risorse umane e finanziarie a disposizione. Inoltre, i metodi tradizionali di stima fanno riferimento allo storico degli infortuni, che nelle PMI è di norma poco consistente e quindi poco affidabile e rappresentativo.

La soluzione proposta nella presente ricerca prevede di stimare i costi della non sicurezza che l'azienda può attendersi data la sua attuale configurazione. Tale valutazione viene effettuata sulla base della distribuzione dei pericoli che caratterizza lo specifico luogo di lavoro, estratta dal Documento di Valutazione dei Rischi (DVR). Dal DVR, che ogni azienda è tenuta a redigere, con la collaborazione del Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione, è possibile estrarre il numero e la gravità degli infortuni attesi per ciascuna delle mansioni che vengono svolte, dato che i rischi sono legati alle attività che li generano. Con questi e pochi altri dati facilmente reperibili è possibile stimare l'entità dei costi attesi e stabilire le priorità d'intervento. A questo punto l'azienda può pianificare un'azione di miglioramento della sicurezza e valutarne la convenienza

applicando nuovamente il modello, tenendo conto degli ipotetici benefici in termini di diminuzione del numero e dell'entità degli infortuni attesi.

La semplicità e l'efficacia dell'applicazione sono garantite dal fatto che vengono prese in considerazione solo le voci di costo che, con il supporto della letteratura e di un Focus Group, sono state giudicate più rilevanti e accuratamente stimabili. Inoltre è possibile ridurre l'impegno richiesto all'azienda stimando i costi legati alle mansioni che cumulano più rischi, ipotizzando che su di esse si concentri la maggior parte delle perdite economiche legate agli infortuni.

Parole chiave

Strumento di stima; costi della non sicurezza; classificazioni dei costi della non sicurezza; analisi costi-benefici; gestione salute e sicurezza; infortuni professionali; PMI.

Abstract (ENG)

Although professional injuries are a phenomenon declining in Italy, the positivity of the trend should not be reason of satisfaction; INAIL's data show the size of the problem: about 700.000 statements have been received by the Social Security Authority in 2013, making dramatically clear how far no injuries target is. Each of these events involves physical and mental suffering for the injured worker and his family, as well as economic losses for Him, for the Firm and also for the entire Society.

As regards Companies there is no awareness about costs effectively incurred due to injuries, many of which are difficult to identify and to quantify; the resulting misperception of the problem entails that, in many realities, investments in health and safety are limited to compliance with the current regulations. What Firms need is a tool able to estimate the non-safety costs and to evaluate the convenience of interventions in matter; literature offers different solutions, most of which requires numerous data and is difficult to apply. This is a small obstacle to Big sized Enterprises, but is an insurmountable one to Small and Medium sized Enterprises: these generally record only essential data and have few human and financial resources available. Furthermore, the traditional estimate models refer to historical data on injuries, usually few significant and representative in SMEs.

The solution proposed provides to estimate the non-safety costs for expected injuries based on Firm's current configuration. This appraisal is linked to the risk distribution on the workplace, extracted from the Risk Evaluation Document (RED). Analyzing the RED, report that every Company is required to draw up, with the collaboration of the Manager of the Prevention and Protection Service, it is possible to define the number and the severity of the expected injuries for each of the jobs carried out in the Firm, since risks are connected to activities generating them. Through these data and other types of information easily accessible in every working context, the tool is able to provide an accurate estimate of the expected costs for every job carried out at a certain company, allowing to locate where an intervention is primary. At this stage, the Firm's decision makers can plan an intervention and assess its convenience by comparing the expenses budgeted for its realization with the costs expected, taking into account the benefits it would bring in terms of reduction of the number and/or the seriousness of expected injuries.

The model's simplicity and effectiveness are guaranteed by the fact that only the most relevant and estimable cost items are taken into account; this selection is reached through the analysis of the literature and a Focus Group with the participation of experts. Furthermore, it is possible to adjust the necessary amount of efforts required by restricting the domain to the most dangerous jobs and/or to those cost items that are considered relevant by the Company itself.

Keywords

Estimation tool; no safety costs; classification of non-safety costs; cost-benefit analysis; health and safety management; occupational injuries; SMEs.

Executive Summary (ITA)¹

Introduzione

Gli incidenti professionali, oltre a comportare dolori e sofferenze difficili da quantificare, hanno un peso economico-finanziario rilevante, sia per la Società che per l'Impresa, come dimostrano numerosi studi condotti a livello europeo e internazionale (Corazza, 2009; Valenti et al., 2008).

Proprio in virtù della rilevanza economica della questione è estremamente utile tentare una stima, anche soltanto approssimativa, dei costi della non sicurezza a livello aziendale. Conoscere i costi che vengono sostenuti, o in cui si potrebbe incorrere, a causa degli infortuni professionali permette di quantificare i benefici che si otterrebbero migliorando la sicurezza del luogo di lavoro, stimolando così i decision maker a investire in questo campo. La letteratura offre diverse soluzioni ma poche di esse appaiono funzionali alle esigenze delle aziende: ad esempio vengono forniti dati medi nazionali o di settore, poco indicativi della situazione della singola Impresa, oppure si propongono modelli di quantificazione dei costi laboriosi, che richiedono dati che non sempre vengono tracciati.

Le aziende necessitano invece di strumenti semplici, personalizzabili, che possano funzionare con dati subito reperibili e che forniscano risultati facilmente interpretabili e rappresentativi della specifica realtà. Nelle Piccole e Medie Imprese (PMI) tali necessità sono ancora più acute: queste, rispetto alle aziende di grandi dimensioni, hanno risorse umane e finanziarie, in valore assoluto, ridotte, generando come effetto collaterale una minore quantità di dati e di casi passati cui fare riferimento (Micheli & Cagno, 2010).

Lo scopo della presente ricerca è appunto quello di definire uno strumento di stima del costo della non sicurezza che vada incontro alle esigenze delle Imprese, che sia applicabile persino a quelle realtà che non dispongono di uno storico, fonte di informazione privilegiata in letteratura per la quantificazione dei costi.

Per questo motivo viene proposto uno strumento che permette di stimare il costo degli infortuni attesi sulla base della distribuzione del rischio in azienda, partendo dal

¹ Sottoposto a Safety Science

presupposto che questi due elementi siano strettamente legati. Attraverso l'analisi del Documento di Valutazione dei Rischi (DVR), relazione predisposta a individuare e analizzare i pericoli che caratterizzano il luogo di lavoro, è possibile definire il numero e la gravità degli infortuni attesi per ciascuna attività svolta; con questi e altri dati facilmente reperibili in qualsiasi contesto lavorativo lo strumento è in grado di fornire una stima accurata del costo della non sicurezza per ciascuna mansione presente nella specifica realtà, consentendo di individuare dove sia prioritario intervenire; a questo punto i responsabili dell'azienda possono ipotizzare un intervento di prevenzione e/o protezione e valutarne la convenienza, confrontando la spesa preventivata per realizzarlo con i costi attesi ricalcolati tenendo conto dei benefici che esso apporterebbe, in termini di diminuzione del numero e/o della gravità degli infortuni attesi.

Il modello, per essere efficiente, deve fornire valutazioni realistiche senza impegnare eccessivamente le aziende che ne fanno uso; per questo motivo è indispensabile considerare solo quei costi che gravano maggiormente sul bilancio aziendale e che sono al contempo accuratamente stimabili. Inoltre, è possibile calibrare l'impegno necessario limitando il campo di azione alle mansioni più rischiose e/o ai soli costi considerati rilevanti dall'azienda stessa.

Per raggiungere l'obiettivo è necessario procedere secondo le seguenti fasi:

- Identificazione delle voci di costo citate in letteratura;
- Ridefinizione e classificazione delle voci in base alla loro natura per eliminare le numerose discordanze presenti;
- Definizione dei criteri di classificazione più funzionali alla stima;
- Esclusione dei costi considerati poco rilevanti o non accuratamente stimabili;
- Individuazione dei fattori che influenzano l'entità di ciascun costo;
- Aggregazione delle voci di costo influenzate dagli stessi fattori;
- Supposizione, per ciascuna voce, della forma della funzione che meglio descrive l'andamento del costo.

Metodologia

Per avere una visione completa dei costi sostenuti dalle aziende a causa degli infortuni, dei criteri per classificarli e dei modelli per quantificarli, è stata effettuata un'attenta analisi

della bibliografia utilizzando database appositi quali Google Scholar, SCOPUS, Science Direct, Wiley e il servizio SEARCH del Politecnico di Milano. Le parole chiave sono state combinate tra loro e riguardano: l'evento (accident o injury), l'oggetto (cost), il metodo (classification o estimation), l'ambito (safety o health) e il contesto (occupational o workplace). Oltre agli articoli individuati dalla ricerca, sono stati considerati quelli suggeriti come correlati dai siti stessi e quelli citati nelle opere lette.

Partendo da quanto riscontrato in letteratura le informazioni sono state modificate, identificate o confermate utilizzando la tecnica del Focus Group; la discussione durata circa 8 ore, a cui hanno partecipato un titolare di PMI nonché esperto in sicurezza dell'API di Lecco, un responsabile della sicurezza di una PMI, due senior researcher e consulenti in materia e una junior researcher del Politecnico di Milano, ha consentito di determinare la rilevanza e la stimabilità di ciascuna voce di costo della non sicurezza e di identificare la forma della funzione che meglio ne descrive l'andamento.

Risultati

La sicurezza sul luogo di lavoro è un tema ampiamente trattato: da una parte questo fornisce moltissimo materiale per chi fosse interessato alla questione, dall'altra la numerosità e la diversità dei punti di vista lo rende un tema di non immediata lettura. La ricchezza di informazioni e l'opera di discernimento effettuata su di esse hanno fornito una solida base da cui partire per raggiungere l'obiettivo posto. Al contempo, solo scostandosi in maniera significativa dai modelli di stima tradizionali è stato possibile definire uno strumento che andasse incontro alle necessità delle aziende e che fosse applicabile efficacemente a qualsiasi realtà imprenditoriale.

Analisi della letteratura

La letteratura offre un quadro completo, anche se complesso, dei costi della non sicurezza (Tabella 1): a fronte delle numerose informazioni rilevate è possibile riscontrare la mancanza di accordo tra le fonti sulla definizione e sulla natura delle voci individuate.

Denominazione	Referenze
Costi amministrativi	Jallon (2011); Leigh (2001; 2006); Miller (1995); Neville (1998); Rikhardsson (2004b); Sun (2006).
Costi assicurativi	Aaltonen (1997); Gavius (2009); Jallon (2011); Miller (1997); Osterhautd (2002); Reville (2001); Riel (1996); Rikhardsson (2004b); Sun (2006); Uusi-Rauva (1988).
Costi del turnover	Jallon (2011); Oxenburgh (2005).
Costi di comunicazione	Rikhardsson (2004b)
Costi di produzione	Bird (1966); Jallon (2011); Miller (1995); Rikhardsson (2004a; 2004b); Sun (2006)
Costi sanitari	Aaltonen (1996); Bird (1966); Gavius (2009); Heinrich (1959); Jallon (2011); LaBelle (2000); Miller (1997); Sun (2006)
Costo del tempo non produttivo dell'infortunato	Aaltonen (1996); Bird (1966); DeVol (1985); Gavius (2009); Head (1997); Heinrich (1959); Laufer (1987); Monnery (1998); Oxenburgh (2005); Rikhardsson (2004a; 2004b)
Costo del tempo perso da altri operatori	Aaltonen (1996); Jallon (2011); Leigh (1997); Miller (1997); Neville (1998); Rikhardsson (2004a; 2004b); Sun (2006)
Costo del tempo perso da supervisori e dirigenti	Gavius (2009); Jallon (2011); LaBelle (2000); Leigh (2001; 2006); Miller (1997); Oxenburgh (2005); Rikhardsson (2004b); Sun (2006)
Costo di follow-up	Rikhardsson (2004a)
Costo di reputazione	Aaltonen, (1996); Andreoni, (1986); Gavius, (2009); Jallon, (2011); Hinze, (1991); Osterhautd, (2002)
Costo di selezione e reclutamento	Gavius (2009); Head (1997); Osterhautd (2002); Oxenburgh (2005); Rikhardsson (2004a; 2004b); Sun (2006)
Costo legale	Aaltonen (1996); Miller (1995); Neville (1998); Sun (2006)
Costo per addestramento del sostituto	Aaltonen (1996); Bird (1966); Miller (1990); Oxenburgh (2005); Rikhardsson (2004b)
Costo per cancellazione di ordini e pagamento penali	Aaltonen (1996); Gavius (2009); Jallon (2011); Miller (1990); Osterhautd (2002)
Costo per danni ad attrezzature e macchinari	Bird (1966); Dorman (2000); Gavius (2009); Hinze (1991); Head (1997); Laufer (1987); Leigh (1997); Leopold (1987); Neville (1998); Osterhautd (2002); Oxenburgh (2005); Rikhardsson (2004a); Sun (2006)
Costo per danni al prodotto	Aaltonen (1996; 1997); Bird (1966); Miller (1997); Osterhautd (2002); Oxenburgh (2005); Sun (2006)
Costo per danni alle strutture	Osterhautd (2002); Oxenburgh (2005)
Costo per danni materiali	Gavius (2009); Leigh (2001; 2006); Monnery (1998)
Costo per diminuzione del morale dei dipendenti	Andreoni (1986); Gavius (2009); Jallon (2011); Oxenburgh (2005); Rikhardsson (2004a); Sun (2006)
Costo per scioperi	Voce di costo associata in letteratura al Costo per diminuzione del morale dei dipendenti; nel Focus Group è stato ritenuto utile considerarla come voce a sé
Costo per investigazione incidente	Aaltonen (1996); Bird (1966); Gavius (2009); Head (1997); Jallon (2011); Leigh (2001; 2006); Miller (1997)
Costo di mancata produzione	Miller (1990); Sun (2006)
Costo per multe e risarcimenti	Aaltonen (1996); Gavius (2009); Head (1997); Osterhautd (2002); Rikhardsson (2004a; 2004b)
Costo per ridotta produttività del sostituto	Miller (1990); Rikhardsson (2004b)
Costo per ridotta produttività	Aaltonen (1996); LaBelle (2000); Miller (1997); Neville (1998)

Denominazione	Referenze
dell'infortunato	
Costo per straordinari	Aaltonen (1996); Jallon (2011); Miller (1997); Neville (1998); Oxenburgh (2005)

Tabella 1: Voci di costo individuate in letteratura e relative citazioni

Le descrizioni esaminate forniscono indicazioni sulle caratteristiche delle voci di costo; nel dettaglio, vengono riportati i fattori che influenzano alcune di queste (Tabella 2): il numero di infortuni, la durata dell'assenza e la mansione dell'infortunato, la dimensione e il settore produttivo dell'azienda; per i primi due si distingue la dipendenza dalla cumulata o dall'evento, intendendo con cumulata la presenza di un legame tra il costo e la situazione infortunistica generale, mentre con evento il legame con il singolo infortunio; per rappresentare la situazione infortunistica vengono usati l'indice di frequenza (IF) e l'indice di gravità (IG), indicatori usati dall'INAIL (norma UNI 7249/2007) per mettere a confronto l'andamento degli infortuni tra aziende, indipendentemente dalla tipologia, dall'attività svolta e dalla dimensione. La mansione dell'infortunato comprende invece due elementi distinti: il salario dell'infortunato e il grado di complessità della mansione.

	Numero di eventi		Durata assenza		Mansione	Dimen- sione	Settore produt- tivo
	Cumulata	Evento	Cumulata	Evento			
Costi amministrativi		✓		✓		✓	
Costi del turnover	✓		✓				
Costi di comunicazione		✓				✓	
Costi di prevenzione	✓		✓				
Costi di produzione		✓		✓	✓		
Costi sanitari		✓					
Costo del premio assicurativo	✓		✓				✓
Costo del tempo non produttivo dell'infortunato		✓		✓	✓		
Costo del tempo perso da altri operatori		✓		✓			
Costo del tempo perso da supervisori e dirigenti		✓					
Costo di follow-up		✓					
Costo di reputazione	✓		✓				
Costo di selezione e reclutamento		✓		✓	✓	✓	
Costo legale		✓		✓			
Costo per addestramento sostituito		✓		✓	✓		
Costo per aumento del premio	✓		✓				✓

	Numero di eventi		Durata assenza		Mansione	Dimen- sione	Settore produt- tivo
	Cumulata	Evento	Cumulata	Evento			
assicurativo							
Costo per cancellazione di ordini e pagamento penali	✓		✓				
Costo per danni ad attrezzature e macchinari		✓					
Costo per danni al prodotto		✓					
Costo per danni alle strutture		✓					
Costo per danni materiali		✓					
Costo per diminuzione del morale dei dipendenti	✓		✓				
Costo per investigazione incidente		✓		✓			
Costo per mancata produzione		✓		✓		✓	
Costo per multe e risarcimenti		✓		✓			
Costo per ridotta produttività del sostituto		✓		✓	✓		
Costo per ridotta produttività dell'infortunato		✓		✓	✓		
Costo per straordinari		✓		✓	✓		

Tabella 2: Fattori che influenzano le voci di costo

Questi fattori hanno però un diverso peso nel determinare il valore dei costi:

- Il numero di infortuni e la relativa durata vengono considerati come variabili che descrivono direttamente il mutare del costo della non sicurezza al solo variare degli eventi e tenute ferme le condizioni al contorno; nello specifico:
 - Il numero di eventi non solo fa variare il costo, ma ne determina anche la presenza: un costo è sostenuto solamente se c'è un evento che lo genera;
 - La durata dell'assenza ha un impatto diretto sulle voci di costo: in base alla gravità dell'infortunio può cambiare l'ordine di grandezza del costo; inoltre, alcune voci vengono sostenute solo in caso di assenze prolungate dell'infortunato.
- La mansione dell'infortunato, la dimensione e il settore produttivo dell'azienda rappresentano invece il contesto in cui avviene l'infortunio: sono parametri che influenzano la dimensione del costo, ma agiscono indirettamente su di esso.

È interessante notare come le variabili possano essere associate al rischio che caratterizza il luogo di lavoro: esso è definito come il prodotto tra la probabilità dell'accorrere di un

infortunio (il numero di eventi) e l'entità del danno (la durata dell'assenza), sottolineando l'importanza di limitarlo investendo in interventi di prevenzione e/o protezione.

Ulteriori informazioni sui costi possono essere ricavate da come vengono classificati dagli autori; ogni classificazione ne mette in luce un particolare aspetto: ad esempio si distingue se un costo è sostenuto dall'azienda o da altri, se è facilmente individuabile o meno, se è calcolabile in maniera oggettiva o governato da fattori soggettivi, ecc.. Anche su questo tema però non c'è accordo, in quanto i criteri di attribuzione sono utilizzati in modo non univoco: alcuni categorizzano i costi usando criteri utilizzati da altri per diverse categorie di costo, ad esempio Dorman (2000) riscontra una frequente sovrapposizione tra costi diretti e visibili, tra costi indiretti e nascosti; inoltre, certi costi sono categorizzati all'opposto all'interno della stessa classificazione, ad esempio i "costi legali" sono considerati diretti da Aaltonen (1996) e indiretti da Miller (1995).

Risulta evidente che non c'è una visione comune sul tema in esame; oltre alle discordanze già citate bisogna segnalare che mentre alcuni autori trattano le voci di costo singolarmente, altri considerano direttamente le categorie cui queste appartengono per natura, per di più senza considerare tutte le voci che gli altri autori trattano a sé e riconducono a quelle categorie; ad esempio Rikhardsson (2004b) parla della categoria "costi amministrativi" senza fare riferimento al "costo per investigazione interna dell'incidente", trattato singolarmente e ricondotto a quella categoria da Miller (1997). Per dare ordine alla moltitudine di definizioni e denominazioni citate si è ritenuto necessario ridefinire i costi identificati e classificarli in base alla loro natura (Tabella 3), prendendo posizione sugli aspetti divergenti; la presa di posizione è stata effettuata analizzando singolarmente le descrizioni di ogni voce di costo, cercando di trarre indicazioni utili a darne una definizione coerente e a ricollocarle nella classificazione per natura. Si è reso necessario aggiungere delle categorie di costo (sottolineate in Tabella 3), poiché quelle individuate non sono risultate sufficienti a classificare tutte le voci presenti: in letteratura queste sono trattate in dettaglio senza tenere conto della necessità di avere delle categorie macroscopiche di costo che le racchiudano dal punto di vista della natura stessa.

Categoria di costo	Voce di costo
<i>COSTI AMMINISTRATIVI</i>	<i>Costo del personale amministrativo Costo del tempo perso da supervisori e dirigenti Costo per investigazione interna dell'incidente</i>
<i>COSTI ASSICURATIVI</i>	<i>Costi assicurativi</i>
<i>COSTI DEL TURNOVER</i>	<i>Costi del turnover</i>
<i>COSTI DI COMUNICAZIONE</i>	<i>Costi di comunicazione</i>
<i>COSTI DI PRODUZIONE</i>	<i>Costo del tempo non produttivo dell'infortunato Costo del tempo perso da altri operatori Costo di mancata produzione Costo per cancellazione di ordini e pagamenti penali Costo per ridotta produttività dell'infortunato Costo per scioperi Costo per straordinari</i>
<i><u>COSTI DI RIMPIAZZO</u></i>	<i>Costo di selezione e reclutamento Costo per addestramento sostituto Costo per ridotta produttività del sostituto</i>
<i><u>COSTI GIUDIZIARI</u></i>	<i>Costo legale Costo per investigazione esterna dell'incidente Costo per multe e risarcimenti</i>
<i><u>COSTI INTANGIBILI</u></i>	<i>Costo di reputazione Costo per diminuzione del morale dei dipendenti</i>
<i><u>COSTI PER DANNEGGIAMENTO</u> <u>A BENI E PROPRIETÀ</u></i>	<i>Costo per danni a materiali Costo per danni al prodotto Costo per danni ad attrezzature e macchinari Costo per danni alle strutture</i>
<i>COSTI SANITARI</i>	<i>Costi sanitari</i>

Tabella 3: Classificazione per natura delle voci di costo ridefinite; vengono sottolineate le categorie aggiunte per poter arrivare a una classificazione completa

L'ultima fase del lavoro sulla letteratura ha riguardato gli approcci che vengono utilizzati per affrontare il problema della stima; se ne possono distinguere essenzialmente 3:

- *Top Down approach*: utilizza dati molto aggregati per fornire un dato di costo medio a livello nazionale, per nulla indicativo della singola realtà aziendale;
- *Bottom Up approach*: fa riferimento a dati raccolti ad hoc, per ottenere una stima del costo medio di un infortunio di un certo tipo o relativo ad uno specifico settore industriale;

- *Local approach*: si basa sulla raccolta di dati riferibili al singolo caso o alla singola Impresa, spesso però difficili da reperire, che permettono di dare un valore quantitativo estremamente puntuale a ciascun infortunio.

La presente ricerca si avvale dell'approccio locale poiché questo permette di fare analisi mirate per la singola realtà imprenditoriale; come detto precedentemente verranno utilizzati dati facilmente riscontrabili in qualsiasi azienda, andando così oltre al principale limite che caratterizza tale approccio.

Grazie all'accurata analisi della letteratura è stato quindi possibile individuare le voci di costo che gravano sul bilancio aziendale a causa degli infortuni, i fattori che ne influenzano il valore, i criteri utili a classificarle e gli approcci utilizzati per la loro stima. Come si vedrà successivamente questi elementi sono tutti indispensabili per definire il modello di stima proposto.

Il modello: stima dei costi della non sicurezza finalizzata all'analisi costi-benefici di interventi in materia

I modelli di stima dei costi esaminati utilizzano generalmente una visione "ex post", che consiste nel quantificare le spese sostenute per uno o più infortuni accorsi; il passaggio a una visione "ex ante", ovvero alla stima dei costi attesi sulla base della configurazione aziendale attuale, permette di applicare il modello anche in realtà con uno storico poco rappresentativo o addirittura assente.

Il cambio di prospettiva rende però necessario attribuire un valore alle variabili, valore che nell'ex post è definito dallo storico o dal disegno di ricerca; queste variabili, essendo associate al livello di rischio che caratterizza l'ambiente di lavoro, possono essere determinate ipotizzando che rischi maggiori generino un maggior numero di infortuni e comportino conseguenze più gravi. Per avere un quadro completo dei rischi presenti sul luogo di lavoro è possibile fare riferimento al Documento di Valutazione dei Rischi (DVR): si tratta di una fonte di informazioni immediatamente disponibile, in quanto per la legislazione italiana deve essere presente in ogni realtà imprenditoriale.

Il DVR, per ognuna delle attività che costituiscono le mansioni ricoperte in azienda, rileva i possibili rischi che possono portare a un infortunio; a ognuno di essi è assegnato dal Responsabile del Servizio Prevenzione e Protezione (RSPP) un grado di probabilità P, e severità del danno D (il cui prodotto dà l'entità del rischio R). Con la collaborazione del

RSPP è possibile trasformare la valutazione semi qualitativa di P e D, in una valutazione quantitativa del numero e della gravità degli infortuni attesi per ogni mansione.

La nuova visione, resa possibile dall'utilizzo del DVR, deve però essere applicata a uno strumento semplice e al contempo accurato, per andare incontro alle esigenze delle Imprese.

Il primo passo per definire questo strumento consiste nel classificare in maniera funzionale allo scopo le voci di costo: la riclassificazione deve far emergere la loro dipendenza dalle variabili e dai parametri individuati in letteratura.

Partendo dal presupposto che tutte le voci di costo dipendano dal numero di eventi o dalla sua cumulata, si propone di riclassificare i costi della non sicurezza in base ai seguenti criteri:

1. Dipendenza o meno dalla durata dell'assenza dell'infortunato: si distinguono rispettivamente in costo variabile e costo fisso secondo la durata dell'assenza dell'infortunato;
2. Dipendenza o meno dalla situazione infortunistica generale: si distinguono rispettivamente in costo variabile e costo fisso secondo la situazione infortunistica; quindi la variabilità indica la dipendenza dall'elemento a cui si fa riferimento;
3. Dipendenza o meno dal contesto (mansione dell'infortunato, dimensione e settore produttivo dell'azienda): si distinguono rispettivamente in costo di disturbo e costo non di disturbo; in questo modo è possibile distinguere i costi che dipendono solo dalle variabili da quelli che sono influenzati anche da almeno uno dei parametri.

È così possibile avere una visione a tre dimensioni delle voci di costo, informativa del legame tra esse e i fattori che hanno un'influenza sul costo della non sicurezza (Tabella 4).

		Durata dell'assenza	
		Variabile	Fisso
Situazione infortunistica	Variabile	Costi che dipendono dalla situazione infortunistica sia in termini di frequenza che di gravità (IF – IG)	Costi che dipendono dalla situazione infortunistica solo in termini di frequenza (IF)
	Fisso	Costi che non dipendono dalla situazione infortunistica, ma dipendono dalla gravità degli infortuni (N – DM)	Costi che non dipendono né dalla situazione infortunistica né dalla gravità degli infortuni (N)

Tabella 4: Criteri di riclassificazione dei costi

La riclassificazione per essere pienamente funzionale alla stima deve anche avere una struttura il più possibile snella: dall'analisi e dalla revisione della letteratura emerge un totale di 26 voci; tenere conto di questa moltitudine di elementi porterebbe alla definizione di uno strumento eccessivamente complesso per essere realmente applicabile in aziende in cui il tempo è una risorsa critica. Viene quindi apportata una semplificazione, escludendo i costi considerabili poco rilevanti rispetto agli altri o che non sono stimabili nell'ex ante con un grado di accuratezza sufficiente. Informazioni sul primo dei due indici sono riscontrabili in letteratura (anche se non per tutti i costi), mentre lo stesso non avviene per il secondo: non risultano esserci fonti che trattano del grado di accuratezza con cui è possibile stimare la dimensione di una voce di costo prima che l'incidente avvenga. Il Focus Group ha permesso di colmare le lacune riscontrate e di definire la stimabilità ex ante facendo riferimento a quella ex post, basandosi sulla considerazione che se una voce di costo è difficile da misurare in seguito all'incidente a maggior ragione lo sarà in una prospettiva pre incidente (Tabella 5).

Legenda		Rilevanza		Stimabilità ex post	Stimabilità ex ante
		Letteratura	Focus group	Letteratura	Focus group
Rilevanza: 0 = non rilevante; X = poco rilevante o rilevante in specifiche situazioni (X*); XX = rilevante					
Stimabilità ex post: 0 = non stimabile; X = discordanze sulla stimabilità o stimato in ricerche; XX = stimabile					
Stimabilità ex ante: 0 = non stimabile; X = stimabile con discreta accuratezza; XX = stimabile					
Categoria	Voce di costo	Letteratura	Focus group	Letteratura	Focus group
COSTI AMMINISTRATIVI	C. personale amministrativo	XX	X	X	X
	C. tempo perso da supervisori e dirigenti	XX	X	X	X
	C. per investigazione interna dell'incidente	-	X	X	X
COSTI ASSICURATIVI		-	XX	X	XX
COSTI DEL TURNOVER		XX	0	0	0
COSTI DI COMUNICAZIONE		0	0	-	0
COSTI DI PRODUZIONE	C. del tempo non produttivo dell'infortunato	XX	X	XX	XX
	C. del tempo perso da altri operatori	-	0	0	0
	C. per cancellazione ordini e pagamento penali	-	X*	-	0
	C. per mancata produzione	-	XX	-	X
	C. per ridotta produttività dell'infortunato	X*	X*	-	X
	C. per scioperi	-	X*	-	0
	C. per straordinari	XX	X	-	X
COSTI DI RIMPIAZZO	C. di selezione e reclutamento	X*	0	-	X

Legenda	Rilevanza: 0 = non rilevante; X = poco rilevante o rilevante in specifiche situazioni (X*); XX = rilevante				
	Stimabilità ex post: 0 = non stimabile; X = discordanze sulla stimabilità o stimato in ricerche; XX = stimabile				
	Stimabilità ex ante: 0 = non stimabile; X = stimabile con discreta accuratezza; XX = stimabile				
Categoria	Voce di costo	Rilevanza		Stimabilità ex post	Stimabilità ex ante
		Letteratura	Focus group	Letteratura	Focus group
COSTI GIUDIZIARI	C. per addestramento del sostituto	X*	X*	0	X
	C. per ridotta produttività del sostituto	-	X	-	X
	C. legale	-	X*	X	X
	C. per investigazione esterna dell'incidente	-	X*	-	X
	C. per multe e risarcimenti	-	X*	X	X
COSTI INTANGIBILI	C. di reputazione	-	X*	0	0
	C. per diminuzione del morale dei dipendenti	X*	0	0	0
COSTI PER DANNEGGIAMENTO A BENI E PROPRIETÀ	C. per danni a materiali	-	0	-	X
	C. per danni al prodotto	X*	0	X	X
	C. per danni ad attrezzature e macchinari	X*	0	X	X
	C. per danni alle strutture	X*	0	-	X
COSTI SANITARI		-	0	XX	XX

Tabella 5: Rilevanza e stimabilità ex post/ex ante; l'asterisco identifica le voci generalmente poco rilevanti, ma che in specifiche situazioni possono avere un impatto significativo sui costi della non sicurezza

La semplificazione apportata consente di escludere 6 voci di costo perché non rilevanti, 3 perché non stimabili nell'ex ante e 4 per entrambi i motivi, per un totale di 13 costi esclusi dalla stima (Tabella 6).

Voci di costo escluse	
Non rilevanti	Non stimabili ex ante
Costi del turnover	Costi del turnover
Costi di comunicazione	Costi di comunicazione
Costi per danneggiamento a beni e proprietà	Costo del tempo perso da altri operatori
Costi sanitari	Costo di reputazione
Costo del tempo perso da altri operatori	Costo per cancellazione ordini e pagamento penali
Costo di selezione e reclutamento	Costo per diminuzione del morale dei dipendenti
Costo per diminuzione del morale dei dipendenti	Costo per scioperi

Tabella 6: Voci di costo non rilevanti e/o non stimabili ex ante

Inoltre, è possibile calcolare con un'unica funzione quei costi appartenenti alla stessa categoria influenzati dagli stessi fattori, ipotizzando che le voci che si aggregano varino allo stesso modo. In questo modo il quadro si riduce ulteriormente: è possibile aggregare il *costo del tempo perso da supervisori e dirigenti* e il *costo per investigazione interna*

dell'incidente all'interno dei costi amministrativi, il costo legale, il costo per investigazione esterna dell'incidente e il costo per multe e risarcimenti all'interno della categoria costi giudiziari. Compiendo delle stime l'aggregazione, oltre la semplificazione, permette di ridurre la variabilità degli errori, compensando gli stessi.

Il procedimento effettuato ha permesso di snellire in maniera significativa la struttura della classificazione, senza però minare l'accuratezza della stima che si andrà a fare (Tabella 7).

		Durata dell'assenza	
		Variabile	Fisso
Situazione infortunistica	Variabile	IF – IG	IF
		<i>Costi assicurativi</i>	
	Fisso	N – DM	N
		<i>Costi giudiziari</i> <i>Costo del tempo non produttivo dell'infortunato</i> <i>Costo di mancata produzione</i> <i>Costo per addestramento sostituto</i> <i>Costo per ridotta produttività dell'infortunato</i> <i>Costo per ridotta produttività del sostituto</i> <i>Costo per straordinari</i>	
		<i>Costo di investigazione interna e del tempo perso da supervisori e dirigenti</i> <i>Costo del personale amministrativo</i>	

Tabella 7: Costi riclassificati da stimare; in grassetto i costi di disturbo

Dei 26 costi riscontrati inizialmente in letteratura, escludendo quelli scarsamente rilevanti o non accuratamente stimabili e aggregando dove possibile, ne rimangono 10: si tratta quindi di una sottostima, che però è strettamente controllata e comunque significativa.

Infine, la forma funzionale che meglio rappresenta l'andamento di ciascun costo è stata ipotizzata nel Focus Group, facendo particolare riferimento alle variabili e ai parametri individuati (Tabella 8). I fattori vengono rappresentati attraverso l'uso di stimatori: il numero di eventi è rappresentato dal numero di infortuni o da IF, la durata dell'assenza dalla durata media degli infortuni o da IG, la dimensione dell'azienda dal numero di dipendenti, il settore produttivo dai tassi delle tariffe INAIL, il salario dell'infortunato dalla retribuzione giornaliera netta e la mansione dell'infortunato dai giorni di addestramento. A ogni funzione sono inoltre associati uno o più parametri incogniti che servono a calibrare la dimensione del costo; questi possono essere inizializzati con l'aiuto del RSPP o di un referente dell'azienda con competenze in materia: nello specifico si andrà a chiedere all'interlocutore qual è il costo che può aspettarsi con determinati valori delle variabili indipendenti.

Legenda stimatori		n= Numero di infortuni; DM = Durata media degli infortuni; IF = Indice di frequenza; IG = Indice di gravità; θ₁ = Numero di dipendenti θ₂ = Tassi delle tariffe INAIL; θ₃ = Retribuzione giornaliera netta; θ₄ = Giorni di addestramento; DM_{org} = giorni di assenza che rendono conveniente assumere un rimpiazzo; DM_{rif} = durata media di riferimento che si ipotizza pari a 15 giorni.	
Categoria di costo	Voce di costo	Funzione di costo	Parametri incogniti
COSTI AMMINISTRATIVI	Costo del personale amministrativo	$g_1 = \alpha_{pa} * n * \theta_1$	α_{pa}
	Costo di investigazione interna e del tempo perso da supervisori e dirigenti	$g_{2+3} = \alpha_{tsi} * n$	α_{tsi}
COSTI ASSICURATIVI	Costi assicurativi	$g_4 = \alpha_a * IF^{x_1} * IG^{x_2} * \theta_2 + q$	α_a, x_1, x_2, q
COSTI DI PRODUZIONE	Costo del tempo non produttivo dell'infortunato	$g_5 = \alpha_{ti} * n * DM * \theta_3$	α_{ti}
	Costo di mancata produzione	$g_6 = \alpha_{mp} * n * DM^2 * (\theta_1)^{-1}$	α_{mp}
	Costo per ridotta produttività dell'infortunato	$g_7 = \alpha_{rpi} * n * DM * \theta_4$	α_{rpi}
	Costo per straordinari	$g_8 = \alpha_s * n * DM * \theta_3$ per $DM \leq DM_{org}$	α_s
COSTI DI RIMPIAZZO	Costo per addestramento sostituto	$g_9 = \alpha_{as} * n * DM^2 * \theta_4$ per $DM > DM_{org}$	α_{as}
	Costo per ridotta produttività del sostituto	$g_{10} = \alpha_{rps} * n * DM * \theta_4$ per $DM > DM_{org}$	α_{rps}
COSTI GIUDIZIARI	Costi giudiziari	$g_{11+12+13} = \alpha_g * n * \left(\frac{DM}{DM_{rif}} \right)^2$	α_g

Tabella 8: Funzioni di costo

La stima effettuata con le funzioni e i dati sopra citati potrà essere affinata con il tempo:

- Il valore dei parametri incogniti può essere migliorato utilizzando dati provenienti dallo storico o da altre aziende, oppure monitorando un campione di eventi;
- La forma della funzione può essere verificata ed eventualmente modificata esaminando i dati ottenuti dalle aziende che hanno applicato il modello.

Il risultato fornito dallo strumento permette di verificare su quali mansioni si concentrano i costi maggiori e di capire quindi dove intervenire. Con questa informazione è possibile ipotizzare quale intervento avrà il maggior impatto sulla non-sicurezza e quanto costerà implementarlo; la sua convenienza può essere determinata confrontando la stima che

rispecchia lo stato attuale dell'azienda con una che considera gli effetti dell'intervento in termini di diminuzione del numero e della gravità degli infortuni attesi: la differenza tra le due rappresenta il beneficio economico che l'intervento apporterebbe.

Esempio applicativo

Al fine di mostrare quali sono le procedure di implementazione del modello e di verificare che queste consentano di raggiungere l'obiettivo della presente ricerca, si ritiene necessario testarlo, almeno su carta, per provarne l'efficacia e la facilità di utilizzo; si riporta quindi un esempio applicativo dello strumento, ipotizzando di effettuare la stima dei costi della non sicurezza in una Falegnameria di piccole dimensioni, che occupa 26 dipendenti.

Il primo punto da definire è il campo di indagine: la stima dei costi può comprendere tutte le mansioni svolte in azienda o alcune di esse, considerate più critiche dai decision maker; volendo è lo strumento stesso che offre la possibilità di definire quali sono quelle che cumulano più rischi e di conseguenza, più costi. Per quanto riguarda il caso in esame si considera la mansione "Falegname" perché quella svolta da più dipendenti e ritenuta più rischiosa.

La fase successiva è la raccolta dei dati necessari alla stima: per ogni mansione considerata il RSPP è chiamato a compilare un Questionario A, necessario a rilevare i dati delle variabili e degli stimatori dei parametri ad essa legati. La Tabella 9 riporta uno stralcio del Questionario A per la mansione "Falegname".

Indicare il numero di operatori che ricoprono la mansione, le attività che la compongono, suddividendole in primarie e secondarie, e i rischi associati alle attività.

Si chiede inoltre di specificare il tempo che ogni operatore è occupato in ciascuna attività primaria (se oneroso va bene anche un valore percentuale del tempo in cui l'operatore è impiegato in attività primarie e secondarie, ad esempio 70% in attività primarie e 30% in attività secondarie).

Per ciascun rischio indicare la probabilità (P) e l'entità del danno (D) riscontrabili nel Documento di Valutazione dei Rischi. In base ai valori di P e D determinare il numero e la durata degli infortuni attesi in 10 anni, tenendo conto in particolare del numero di operatori esposti e del tempo di esposizione al rischio (nell'arco di tempo considerato).

MANSIONE: Falegname

Numero di operatori: 14

Retribuzione giornaliera netta: 90 €

Giorni di addestramento necessari per svolgere la mansione: 60

Ore di lavoro giornaliere: 8

Giorni lavorativi annui: 220

Attività	Primaria o secondaria	Tempo di esposizione (h/gg)	Rischio associato	P	D	Numero di infortuni attesi	Durata degli infortuni attesi
Piallatura	Primaria	3	Asfissia	1	4	0	0
			Lesioni agli arti superiori (ferite, lacerazioni, amputazioni)	3	3	7	21
			Lesioni oculari	2	2	4	7
			Ustioni	1	3	1	27
			Lombalgia	2	2	5	8

Tabella 9: Questionario A compilato per la mansione “Falegname”

Un secondo questionario viene compilato per rilevare il valore dei rimanenti stimatori dei parametri e per inizializzare i parametri incogniti. Tale processo prevede di ipotizzare per ogni voce il costo atteso in n scenari: conoscendo gli altri dati da inserire nella funzione di costo si ricava il valore del parametro incognito nello scenario, che va a fare media con quelli ottenuti negli altri n-1 scenari, ottenendo così il valore del parametro inizializzato. Nel caso in cui i decision maker ritengano alcune voci di costo non rilevanti per la loro realtà produttiva queste possono essere semplicemente escluse dall’analisi.

La Tabella 10 riporta uno stralcio del Questionario B per la mansione “Falegname”.

Per ciascuna voce si chiede di ipotizzare il relativo costo (o un range di costi) in scenari differenti; lo scenario ottimistico è caratterizzato da 2 infortuni in 10 anni della durata media di 5 giorni, quello pessimistico da 10 infortuni in 10 anni della durata media di 20 giorni.

Voce di costo	Descrizione	Scenari				Ipotetico valore della voce di costo nei prossimi 10 anni (€)	
Costo del personale amministrativo	Costo del tempo speso dal personale amministrativo per la gestione del caso (registrazione di dati, elaborazione di report, gestione delle pratiche, amministrazione delle paghe, ecc.).	n_1	2	DM_1	5	C_1	150
		n_2	10	DM_2	20	C_2	1.300

Tabella 10: Questionario B compilato per la mansione “Falegname”

A questo punto si hanno tutti i dati per stimare i costi della non sicurezza.

Conoscere la distribuzione dei costi attesi consente di individuare su quale mansione, e addirittura su quale rischio, è prioritario intervenire; l’intervento può essere mirato a ridurre il rischio che genera il maggior numero di giorni totali di assenza (numero di infortuni attesi moltiplicato per la loro durata media), oppure a ridurre

contemporaneamente più rischi. Ipotizzato il costo dell'intervento e i benefici che questo apporterebbe in termini di diminuzione del numero e della gravità degli infortuni attesi, si ricalcolano i costi attesi della non sicurezza. La Tabella 11 riporta i costi attesi allo stato attuale e tenendo conto dell'intervento ipotizzato (nel caso in esame si ipotizza l'acquisto di attrezzature di sicurezza per un costo di 32.500€).

Categoria di costo	Voce di costo	Costo atteso in 10 anni allo stato attuale (€)	Costo atteso in 10 considerato l'intervento (€)
COSTI AMMINISTRATIVI	Costo del personale amministrativo	4.203	2.870
		1,7%	2,3%
	Costo di investigazione interna e del tempo perso da supervisori e dirigenti	11.275	7.700
		4,5%	6,4%
COSTI ASSICURATIVI	Costi assicurativi	54.221	14.969
		21,8%	12,5%
COSTI DI PRODUZIONE	Costo del tempo non produttivo dell'infortunato	15.713	9.187
		6,3%	7,6%
	Costo di mancata produzione	103.313	51.718
		41,5%	43,1%
	Costo per ridotta produttività dell'infortunato	16.237	9.494
		6,5%	7,9%
COSTI DI RIMPIAZZO	Costo per straordinari	24.617	14.394
		9,9%	12,0%
	Costo per addestramento sostituto	0	0
		0%	0%
COSTI DI RIMPIAZZO	Costo per ridotta produttività del sostituto	0	0
		0%	0%
COSTI GIUDIZIARI	Costi giudiziari	19.271	9.647
		7,7%	8,1%
TOTALE		248.849	119.979
		100%	100%

Tabella 11: Costi attesi della non sicurezza prima e dopo l'intervento

A fronte di una spesa di 32.500€ è possibile prevedere un risparmio in 10 anni di 128.870€, evidenziando nettamente la convenienza dell'intervento ipotizzato (Figura 1).

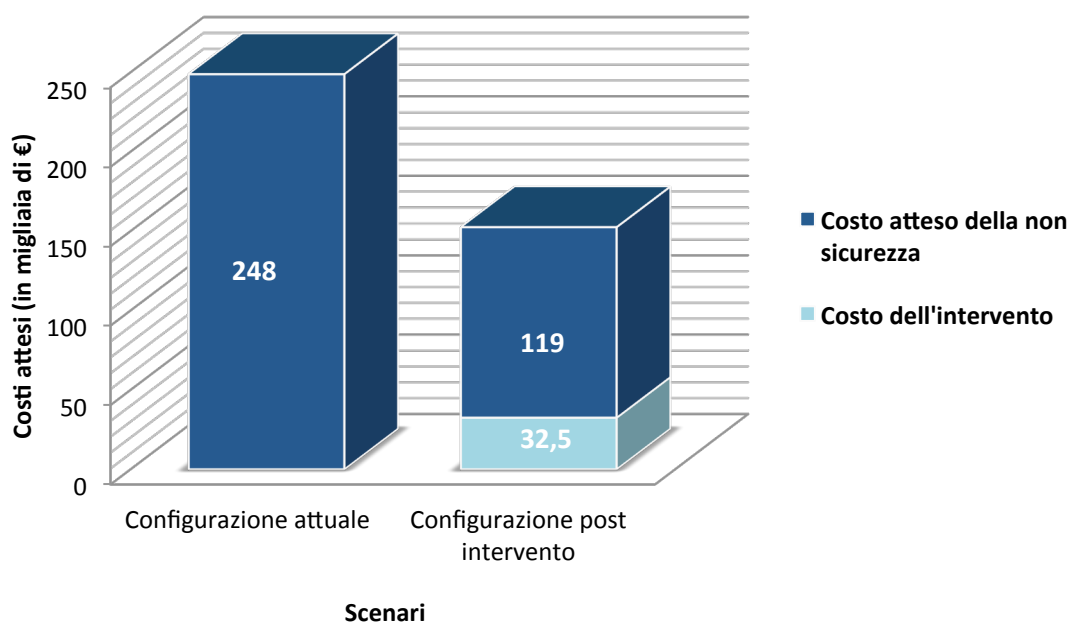


Figura 1: Risultato dell'analisi costi-benefici dell'intervento ipotizzato

Dall'esempio applicativo emerge chiaramente la semplicità e flessibilità di applicazione dello strumento, oltre alla facilità di lettura dei risultati forniti:

- Il campo di indagine è a discrezione dei decision maker;
- L'utilizzo di questionari consente al RSPP di raccogliere i dati richiesti secondo i propri tempi;
- I risultati stessi della stima definiscono le priorità di intervento;
- L'analisi costi-benefici di un intervento di miglioramento della sicurezza è facilmente eseguibile.

Conclusioni e ricerca futura

Il modello proposto si discosta in modo significativo da quelli riscontrati nell'analisi della letteratura: la stima dei costi conseguenti agli infortuni non viene fatta riferendosi agli eventi accorsi, ma si basa sulla distribuzione del rischio che caratterizza il luogo di lavoro. Ciò consente di avere una panoramica completa della situazione dell'azienda, non legata ai soli incidenti presenti nello storico; si tratta di un elemento decisivo per due motivi: da una parte rende possibile una valutazione dei costi anche in aziende con pochi o nessun evento passato, dall'altra permette di operare a livello strategico, indicando dove sia prioritario mettere in atto un intervento e quanto questo possa essere vantaggioso.

Lo strumento proposto ha inoltre il pregio di essere personalizzabile a seconda delle esigenze dell'azienda in cui viene applicato: le risorse a disposizione possono essere concentrate sulle mansioni più rischiose o su quelle che i decision maker ritengono più critiche; lo stesso vale per le voci di costo, infatti alcune possono essere giudicate non rilevanti in particolari contesti. La flessibilità nel determinare il campo di azione e la facilità con cui si riescono a reperire i dati necessari alla stima garantiscono quindi un'applicazione rapida e mirata dello strumento.

Perché questo mostri le sue piene potenzialità non si può però prescindere da un DVR stilato con criterio; se così non fosse i risultati forniti sarebbero distorti. Bisogna sottolineare che in ogni caso l'accuratezza dell'output aumenta con il passare del tempo, poiché il miglioramento dei parametri e delle funzioni può richiedere anche anni; comunque ciò che conta è che lo strumento dia ai decision maker dei dati realistici che richiamino l'attenzione sull'importanza della prevenzione e che possano essere utilizzati per valutare interventi in materia.

Infine si segnalano alcuni punti che potrebbero interessare la ricerca futura:

- Verificare che le voci stimate dallo strumento siano effettivamente quelle più rilevanti e meglio stimabili (sia per quanto riguarda l'ex ante che l'ex post);
- Procedere con il tuning dei parametri e delle forme funzionali.

Bibliografia

Aaltonen, M. V., & Miettinen, J. (1997). Computer-aided calculation of accident costs. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 7(2), 67-78.

Aaltonen, M. V., Uusi-Rauva, E., Saari, J., Antti-Poika, M., Räsänen, T., & Vinni, K. (1996). The accident consequence tree method and its application by real-time data collection in the Finnish furniture industry. *Safety science*, 23(1), 11-26.

Andreoni, D., & International Labour Office (1986). *The cost of occupational accidents and diseases* (p. 18). Geneva, Switzerland: International labour office.

Bird, F. E., & Germain, G. L. (1966). *Damage control: A new horizon in accident prevention and cost improvement*. New York: American Management Association.

Brody, B., Létourneau, Y., & Poirier, A. (1990). Le cout des accidents du travail: Etat des connaissances. *Relations Industrielles/Industrial Relations*, 94-117.

Cagno, E., Micheli, G. J., Masi, D., & Jacinto, C. (2013). Economic evaluation of OSH and its way to SMEs: A constructive review. *Safety science*, 53, 134-152.

- Corazza, L. (2009). *Quanto costa la "non sicurezza" sul lavoro?* <http://www.nelmerito.com>
- Corcoran, D. (2002). The value of estimating the hidden costs of accidents. *Occupational health & safety (Waco, Tex.)*, 71(9), 26.
- DeVol, K. (1985). *In come replacement for short-term disability: The role of workers' compensation*. Cambridge, MA: Workers' Compensation Research Institute.
- Dorman, P. (2000). *The economics of safety, health, and well-being at work: an overview*. Geneva: ILO.
- Gavious, A., Mizrahi, S., Shani, Y., & Minchuk, Y. (2009). The costs of industrial accidents for the organization: developing methods and tools for evaluation and cost-benefit analysis of investment in safety. *Journal of loss prevention in the process industries*, 22(4), 434-438.
- Head, L., & Harcourt, M. (1997, January). The direct and indirect costs of workplace accidents in New Zealand. In *AIRAANZ Conference, Brisbane, AU*.
- Heinrich, H. (1959). *Industrial Accident Prevention*. NY: Mc Graw-Hill Book Co., New York.
- Hinze, J. (1991). *Indirect costs of construction accidents*. University of Texas.
- Jallon, R., Imbeau, D., & de Marcellis-Warin, N. (2011). Development of an indirect-cost calculation model suitable for workplace use. *Journal of safety research*, 42(3), 149-164.
- LaBelle, J. E. (2000). What do accidents truly cost? Determining Total Incident Costs. *Professional Safety*, 45(4), 38-42.
- Laufer, A. (1987). Construction safety: economics, information and management involvement. *Construction Management and Economics*, 5(1), 73-90.
- Leopold, E., & Leonard, S. (1987). Costs of construction accidents to employers. *Journal of Occupational Accidents*, 8(4), 273-294.
- Leigh, J. P., Cone, J. E., & Harrison, R. (2001). Costs of occupational injuries and illnesses in California. *Preventive Medicine*, 32(5), 393-406.
- Leigh, J. P., Markowitz, S. B., Fahs, M., Shin, C., & Landrigan, P. J. (1997). Occupational injury and illness in the United States: estimates of costs, morbidity, and mortality. *Archives of Internal Medicine*, 157(14), 1557-1568.
- Leigh, J. P., Waehrer, G., Miller, T. R., & McCurdy, S. A. (2006). Costs differences across demographic groups and types of occupational injuries and illnesses. *American journal of industrial medicine*, 49(10), 845-853.
- Miller, T. R. (1997). "Estimating the Costs of Injury to U.S. Employers." *Journal of Safety Research*, 28, 1-13.
- Micheli, G.J.L., Cagno, E., 2010. Dealing with SMEs as a whole in OHS issues: warnings from empirical evidence. *Safety Science* 48 (6), 729-733.
- Miller, T. R., & Galbraith, M. (1995). Estimating the costs of occupational injury in the United States. *Accident Analysis & Prevention*, 27(6), 741-747.

- Miller, T. R., & Rossman, S.B. (1990). *Safety programs: saving money by saving lives*. Best's safety directory 1991 (vol. I., pp. 52-59). Oldwick, NJ: Best Publishing.
- Monnery, N. (1998). The costs of accidents and work-related ill-health to a cheque clearing department of a financial services organisation. *Safety science*, 31(1), 59-69.
- Mossink, J. C. M., & de Greef, M. (2002). *Inventory of socioeconomic costs of work accidents*. Office for Official Publications of the European Communities.
- Neville, H. (1998). Workplace accidents: They cost more than you might think. *Industrial Management*, 40(1), 7-9.
- Osterhauddt, M. (2002). *Analysis of accident cost and comparison with available research*. <https://ritdml.rit.edu/handle/1850/14779>
- Oxenburgh, M., & Marlow, P. (2005). The "productivity assessment tool": computer-based cost benefit analysis model for the economic assessment of occupational health and safety interventions in the workplace. *Journal of safety research*, 36(3), 209-214.
- Reville, R. T., Bhattacharya, J., & Sager Weinstein, L. R. (2001). New methods and data sources for measuring economic consequences of workplace injuries. *American journal of industrial medicine*, 40(4), 452-463.
- Riel, P., & Imbeau, D. (1998). How to allocate the health and safety insurance cost within the firm. *Journal of Safety Research*, 29(1), 25-34.
- Rikhardsson, P. M. (2004a). Accounting for the cost of occupational accidents. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 11(2), 63-70.
- Rikhardsson, P. M., & Impgaard, M. (2004b). Corporate cost of occupational accidents: an activity-based analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 36(2), 173-182.
- Sun, L., Paez, O., Lee, D., Salem, S., & Daraiseh, N. (2006). Estimating the uninsured costs of work-related accidents, part I: a systematic review. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 7(3), 227-245.
- Uusi-Rauva, E., Aahonen, M., & Saari, J., (1988). *The method for evaluating the accident consequence costs at company level*. TETA Report 105. Helsinki University of Technology, Laboratory of Industrial Economics. Gtaniemi.
- Valenti, A., Rondinone, B., & Iavicoli, S., (2008). *Salute e sicurezza sul lavoro*. http://www.bollettinoadapt.it/old/files/document/17722Ispesl_salute_e_.pdf

Executive Summary (ENG)²

Introduction

Other than causing pains and sufferings that are very hard to assess, professional accidents are a huge economical and financial burden both for the Society and the Firm, as shown by various studies carried out in Europe and in the rest of the world (Corazza, 2009; Valenti et al., 2008).

Considering the economical relevance of this matter, it is very useful to attempt an estimate (even if just approximate) of the costs originating from the lack of safety in a firm. Being aware of the amount of money that is, or could be, paid due to professional accidents allows to assess the benefits that could be achieved from improving workplace safety, thus convincing decision makers to invest in this field. Literature offers different solutions, but just a few of them seem to be suitable for a company and its needs: for example, it's possible to find average data for a country or for a sector, although they don't reflect the position of a single business, or laborious quantification models for costs, but the data required for this solution are not always tracked by firm.

Companies need simple and customizable tools that can function with immediately available data, giving results that are easy to interpret and representative of the specific business reality. Such requirements are even more relevant when it comes to small and medium-sized enterprises (SMEs): compared to big companies, these businesses have fewer human and financial resources in total; the side effect is obviously fewer data and past case scenarios to refer to (Micheli & Cagno, 2010).

The purpose of this research is indeed to create a tool estimating the non-safety costs that meets the businesses' needs, some tool that could be applied even to firms that don't possess privileged literature information sources for cost estimate such as historical archive of past cases.

On these grounds, the tool suggested here allows an estimate of the costs for expected injuries based on the risk distribution in a firm, assuming that there is a relationship between these two elements. The number and the seriousness of expected injuries can be

² Submitted to Safety Science

defined by analysing the “Risk Evaluation Document” (RED), a report locating and analysing dangers on the workplace. Through these data and other types of data easily accessible in every working context, the tool is able to provide an accurate estimate of the non-safety costs for every job carried out at a certain business, allowing to locate where an intervention is primary. At this stage, the firm’s supervisors can plan a preventative and/or protective intervention and assess its convenience by comparing the expenses budgeted for its realisation with the costs expected, taking into account the benefits it would bring in terms of reduction of the number and/or the seriousness of expected injuries.

In order for it to be effective, the model has to provide realistic evaluations, without requiring an excessive commitment from the firms deciding to take it up. Because of this, it is vital to consider only major expenses that weigh on the business’s budget plan and that can be estimated with accuracy at the same time. Furthermore, it is possible to adjust the necessary amount of efforts by restricting the domain to the most dangerous jobs and/or to those expenses that are considered relevant by the company itself.

To reach the target, it’s necessary to follow these steps:

- Identify the cost items in literature;
- Redefine and classify said items according to their nature so as to remove the found discordances;
- Define some classification criteria that can be useful for the estimate;
- Exclude irrelevant costs and costs that cannot be estimated with accuracy;
- Identify factors influencing the costs amount;
- Aggregate cost items that are influenced by the same factors;
- For each item, assume which function graph could best describe the cost trend.

Method

A thorough bibliography analysis through specific databases has been carried out in order to get a complete overview of the injury costs incurred by the firms, their classification criteria and assessment models; the databases used are: Google Scholar, SCOPUS, Science Direct, Wiley and SEARCH from Milan Polytechnic. Keywords have been mixed each other and they are referred to: event (accident or injury), object (cost), method (classification or estimation), field (safety or health) and context (occupational or

workplace). Apart from the articles found through research, also articles suggested as related by the websites themselves and those mentioned in the read works have been taken into consideration.

Starting from what has been observed in literature, information has been edited, identified or confirmed using the Focus Group method. A SME owner and security expert at API in Lecco, a SME security manager, two senior researchers and advisors and a junior researcher from the Polytechnic University of Milan participated in this discussion, which lasted 8 hours and allowed to determine relevance and estimability of the costs originating from non-safety and to identify the function that could best describe their trend.

Results

Workplace safety is a topic that has been widely discussed: on the one hand, this provides interested people with lots of material, but on the other hand the large number of very different perspectives available makes the topic hard to understand at first. The abundance of information and the discernment carried out on it gave a strong starting point to reach the purpose. At the same time, the creation of a tool satisfying the firms' needs and effectively applicable to any business was made possible by just moving away from the traditional quantification models.

Literature analysis

Literature offers a complete but complex picture of the non-safety costs (Table 1); there is indeed much information available, but there is also a considerable lack of congruity between sources on the definition and the nature of the identified items.

Cost Items	References
<i>Administrative costs</i>	<i>Jallon (2011); Leigh (2001; 2006); Miller (1995); Neville (1998); Rikhardsson (2004b); Sun (2006)</i>
<i>Communication costs</i>	<i>Rikhardsson (2004b)</i>
<i>Cost due to cancellation of orders and penalties</i>	<i>Aaltonen (1996); Gavius (2009); Jallon (2011); Miller (1990); Osterhautd (2002)</i>
<i>Cost due to damage to equipment and machinery</i>	<i>Bird (1966); Dorman (2000); Gavius (2009); Hinze (1991); Head (1997); Laufer (1987); Leigh (1997); Leopold (1987); Neville (1998); Osterhautd (2002); Oxenburgh (2005); Rikhardsson (2004a); Sun (2006)</i>
<i>Cost due to damage to materials</i>	<i>Gavius (2009); Leigh (2001; 2006); Monnery (1998)</i>
<i>Cost due to damage to structures</i>	<i>Osterhautd (2002); Oxenburgh (2005)</i>
<i>Cost due to damage to the products</i>	<i>Aaltonen (1996; 1997); Bird (1966); Miller (1997); Osterhautd (2002); Oxenburgh (2005); Sun (2006)</i>

Cost Items	References
<i>Cost due to reduced productivity of the injured employee</i>	<i>Aaltonen (1996); LaBelle (2000); Miller (1997); Neville (1998)</i>
<i>Cost due to reduced productivity of the substitute</i>	<i>Miller (1990); Rikhardsson (2004b)</i>
<i>Cost for decrease of the morale of employees</i>	<i>Andreoni (1986); Gavius (2009); Jallon (2011); Oxenburgh (2005); Rikhardsson (2004a); Sun (2006)</i>
<i>Cost of fines and compensation</i>	<i>Aaltonen (1996); Gavius (2009); Head (1997); Osterhauadt (2002); Rikhardsson (2004a; 2004b)</i>
<i>Cost of investigation</i>	<i>Aaltonen (1996); Bird (1966); Gavius (2009); Head (1997); Jallon (2011); Leigh (2001; 2006); Miller (1997)</i>
<i>Cost of lost production</i>	<i>Miller (1990); Sun (2006)</i>
<i>Cost of time lost by injured employee</i>	<i>Aaltonen (1996); Bird (1966); DeVol (1985); Gavius (2009); Head (1997); Heinrich (1959); Laufer (1987); Monnery (1998); Oxenburgh (2005); Rikhardsson (2004a; 2004b)</i>
<i>Cost of time lost by other employees</i>	<i>Aaltonen (1996); Jallon (2011); Leigh (1997); Miller (1997); Neville (1998); Rikhardsson (2004a; 2004b); Sun (2006)</i>
<i>Cost of time lost by supervisors and managers</i>	<i>Gavius (2009); Jallon (2011); LaBelle (2000); Leigh (2001; 2006); Miller (1997); Oxenburgh (2005); Rikhardsson (2004b); Sun (2006)</i>
<i>Costs of turnover</i>	<i>Jallon (2011); Oxenburgh (2005)</i>
<i>Follow-up cost</i>	<i>Rikhardsson (2004a)</i>
<i>Insurance costs</i>	<i>Aaltonen (1997); Gavius (2009); Jallon (2011); Miller (1997); Osterhauadt (2002); Reville (2001); Riel (1996); Rikhardsson (2004b); Sun (2006); Uusi-Rauva (1988)</i>
<i>Legal cost</i>	<i>Aaltonen (1996); Miller (1995); Neville (1998); Sun (2006)</i>
<i>Medical costs</i>	<i>Aaltonen (1996); Bird (1966); Gavius (2009); Heinrich (1959); Jallon (2011); LaBelle (2000); Miller (1997); Sun (2006)</i>
<i>Overtime cost</i>	<i>Aaltonen (1996); Jallon (2011); Miller (1997); Neville (1998); Oxenburgh (2005)</i>
<i>Production costs</i>	<i>Bird (1966); Jallon (2011); Miller (1995); Rikhardsson (2004a; 2004b); Sun (2006)</i>
<i>Recruitment and selection cost</i>	<i>Gavius (2009); Head (1997); Osterhauadt (2002); Oxenburgh (2005); Rikhardsson (2004a; 2004b); Sun (2006)</i>
<i>Reputation cost</i>	<i>Aaltonen (1996); Andreoni (1986); Gavius (2009); Jallon (2011); Hinze (1991); Osterhauadt (2002)</i>
<i>Strike cost</i>	<i>Item linked in literature to the cost for decrease of the morale of employees; considered apart on decision of experts</i>
<i>Training cost</i>	<i>Aaltonen (1996); Bird (1966); Miller (1990); Oxenburgh (2005); Rikhardsson (2004b)</i>

Table 1: Cost items and relative references

The analysed descriptions give valuable information on the characteristics of said cost items, especially on the factors influencing some of them (Table 2): number of injuries, length of absence from the work, the injured worker's job, business size and field of activity. For the first two factors, accumulation of events or single event dependence are to be distinguished, where accumulation of events means the presence of a link between cost and general injury situation and single event means the link to the single injury. INAIL's (Italian government agency for the insurance against work-related injuries) Frequency and

Severity Indexes (FI and SI), generally used to compare the injury trend in firms regardless of their type, activity and size (UNI certification 7249/2007), are used here to represent the injury situation. The injured worker's job includes two separate elements: the worker's salary and the job's grade of difficulty.

	Number of injuries		Length of absence		Injured worker's job	Business size	Field of activity
	Cumulated	Event	Cumulated	Event			
Administrative costs		✓		✓		✓	
Communication costs		✓				✓	
Cost due to cancellation of orders and penalties	✓		✓				
Cost due to damage to equipment and machinery		✓					
Cost due to damage to materials		✓					
Cost due to damage to structures		✓					
Cost due to damage to the products		✓					
Cost due to reduced productivity of the injured employee		✓		✓	✓		
Cost due to reduced productivity of the substitute		✓		✓	✓		
Cost for decrease of the morale of employees	✓		✓				
Cost of fines and compensation		✓		✓			
Cost of investigation		✓		✓			
Cost of lost production		✓		✓		✓	
Cost of time lost by injured employee		✓		✓	✓		
Cost of time lost by other employees		✓		✓			
Cost of time lost by supervisors and managers		✓					
Costs of turnover	✓		✓				
Follow-up cost		✓					
Insurance costs	✓		✓				✓
Legal cost		✓		✓			
Medical costs		✓					
Overtime cost		✓		✓	✓		
Production costs		✓		✓	✓		
Recruitment and selection cost		✓		✓	✓	✓	
Reputation cost	✓		✓				
Training cost		✓		✓	✓		

Table 2: Factors affecting cost items

These factors have a different relevance when determining the costs' value:

- The number of injuries and their respective duration are considered as variables that directly describe the change in the non-safety costs as soon as the events change, but not any other condition; more specifically:
 - The number of events determines the presence of the cost itself: a cost is to be sustained only if there is an event generating it;
 - The length of absence impacts directly on the cost items: depending on the seriousness of the injury, the order of magnitude of the cost can change; furthermore, some items are to be paid only in case of a prolonged absence.
- The injured worker's job, the business size and field of activity represent the context in which the injury happens: these are parameters that influence the cost by acting on it indirectly.

It is interesting to observe how the variables can be associated to the risk on the workplace. The risk is defined as the product of injury likelihood (number of events) and damage extent (length of absence), stressing the importance of investing in interventions aimed to prevention and/or protection.

Further information on said costs can be found by checking the author's classifications: each classification highlights a specific aspect related to non-safety costs. For example, it's possible to verify if a cost is sustained by the firm or by somebody else, if it is easily traceable or not, if it can be objectively calculated or if subjective factors play an influence on it, etc. People do not agree on this matter either, as the attribution criteria are not always used in the same way: some classify costs using criteria that other people use for different cost categories, for example, Dorman (2000) observed a frequent overlapping between direct and visible costs and between indirect and hidden costs. Furthermore, certain costs have been categorised in a completely different way in the same classification, for example, Aaltonen (1996) considers "legal costs" as direct costs, whereas Miller (1995) categorises them as indirect costs.

It is clear that there is no such thing as a common point of view on this matter; apart from the aforementioned discordances, some authors process cost items separately, while some others consider the categories to which they belong according to their nature, without considering all the single items that other authors connect to that categories; for example,

Rikhardsson (2004b) considers the “administration costs” category without contemplating the “costs for internal investigations on injuries”, which is instead considered individually by Miller (1997) and put into the same category. To organise this vast number of definitions and denominations, a redefinition and classification of the identified costs according to their nature was deemed necessary, taking a stand on divergent aspects (Table 3); said stand was taken by analysing the single descriptions of each cost item and trying to find useful information so as to be able to give them a coherent definition and classify them according to their nature. Since the cost categories identified weren’t enough to classify every item, it was necessary to add new ones (underlined in Table 3): in literature, these items are processed in detail, without paying attention to the necessity of having macroscopic cost categories in order to classify said items according to their nature.

Cost categories	Cost items
<i>ADMINISTRATIVE COSTS</i>	<i>Cost of administrative staff</i> <i>Cost of internal investigation</i> <i>Cost of time lost by supervisors and managers</i>
<i>COMMUNICATION COSTS</i>	<i>Communication costs</i>
<u><i>COSTS DUE TO DAMAGE TO GOODS AND PROPERTY</i></u>	<i>Cost due to damage to equipment and machinery</i> <i>Cost due to damage to materials</i> <i>Cost due to damage to structures</i> <i>Cost due to damage to the product</i>
<i>COSTS OF TURNOVER</i>	<i>Costs of turnover</i>
<u><i>COURT COSTS</i></u>	<i>Cost of external investigation</i> <i>Cost of fines and compensations</i> <i>Legal cost</i>
<i>INSURANCE COSTS</i>	<i>Insurance costs</i>
<u><i>INTANGIBLE COSTS</i></u>	<i>Cost for decrease of the morale of employees</i> <i>Reputation cost</i>
<i>MEDICAL COSTS</i>	<i>Medical costs</i>
<i>PRODUCTION COSTS</i>	<i>Cost due to cancellation of orders and penalties</i> <i>Cost due to reduced productivity of the injured employee</i> <i>Cost of lost production</i> <i>Cost of time lost by injured employee</i> <i>Cost of time lost by other employees</i> <i>Overtime cost</i> <i>Strike cost</i>
<u><i>REPLACEMENT COSTS</i></u>	<i>Cost due to reduced productivity of the substitute</i>

Cost categories	Cost items
	<i>Recruitment and selection cost</i>
	<i>Training cost</i>

Table 2: Classification by nature of the items redefined; the cost categories added to reach a complete classification are underlined

The last analysed aspect of the literature, refers to the approaches used to solve the estimate problem; essentially, there are 3 approaches:

- *Top Down Approach*: uses aggregated information to provide national average costs that don't reflect the situation of single firm at all;
- *Bottom Up Approach*: refers to data that have been purposely gathered to obtain an estimate for the average cost of a specific injury or related to a specific industrial branch;
- *Local Approach*: based on the gathering of data related to the single case or the single firm, which are often difficult to find but allow to give an accurate quantitative value to every injury.

This research avails itself of the local approach, since it allows to carry out specific analyses on single company; as stated before, the estimation model works with data that can be easily found and thus go past the main limit affecting this approach.

Thanks to this accurate literature analysis, it was possible to identify the injury cost items that weigh on the business's budget plan, the factors influencing their value, some helpful criteria to classify them and the approaches used to estimate them. As we will now see, all these elements are fundamental to define the estimation model that will be proposed.

The model: estimate of non-safety costs oriented to costs-benefits analysis of health and safety interventions

The costs estimation models analysed generally use an "ex post" vision, consisting in assessing the expenses for one or more injuries that happened; moving to an "ex ante" vision, a cost estimate based on the current firm configuration, allows to apply this model even if the historical archives don't contain representative data or even if they are absent.

The change of perspective makes it necessary to give a value to each variable, a value that in the "ex post" vision is determined by the historical archives or by the research design; since said variables are associated to the risk level in the workplace, it is possible to determinate them by assuming that bigger risks involve a bigger number of injuries and

also bigger consequences. The best reference to get a complete overview of all the possible risks in a workplace is the Risk Evaluation Document (RED), which is an information source readily available in every company since it is obligatory in accordance with the Italian legislation.

The RED reveals all the possible risks that could lead to an injury for every job activity carried out in the firm. A grade of probability (P) and damage seriousness (D), which give risk extent (R) as a product, are associated to each of these risks by the Manager of the Prevention and Protection Service (MPPS). Thanks to his co-operation, it is possible to transform the semi-qualitative evaluation of P and D into a quantitative evaluation of the number and seriousness of the injuries expected for each job.

This new vision is to be applied to an easy and accurate tool so as to be able to satisfy the businesses' needs. The first step to define this tool consists in classifying the cost items in a purpose-oriented way: the reclassification has to highlight their dependence from the variables and parameters identified in literature.

Assuming that every cost item depends on the number of events or its accumulation, it is proposed to classify the non-safety costs following these criteria:

1. Dependence or non-dependence from the length of absence: these are to be respectively divided into variable cost and fixed cost according to the absence duration;
2. Dependence or non-dependence from the general injury situation: these are to be respectively divided into variable cost and fixed cost according to the injury situation; the variability shows the dependence from the element whose is referred;
3. Dependence or non-dependence from the context (injured worker's job, business size and field of activity): these are to be respectively divided into disturbance cost and non-disturbance cost, allowing to distinguish between the costs depending exclusively on variables and those influenced by at least one of the parameters.

In this way, it's possible to have a tridimensional vision of the cost items informing of the relationships between them and the factors playing an influence on the non-safety costs (Table 4).

		Length of absence	
		Variable	Fixed
General injuries situation	Variable	Dependence from general injuries situation in terms of frequency and severity (FI – SI)	Dependence from general injuries situation only in terms of frequency (FI)
	Fixed	Dependence from length of absence, non-dependence from general injuries situation (N – AD)	Non-dependence neither from length of absence nor from general injuries situation (N)

Table 4: Reclassification criteria; the disturbance costs are highlighted in bold

The reclassification, in order to be fully functional to the estimate, also has to have a simply structure: 26 items have been found during the literature analysis; such a large number of items would lead to the definition of a tool too complex to be applied to firms where time is a critical resource. Thus, a simplification is to be carried out by excluding the costs considered not so relevant compared to others or that can't be estimated with enough accuracy when using an "ex ante" vision. Literature offers some information on the first of the two indexes (even though said information is not available for every cost) but not on the second one, as there are no sources discussing about the level of accuracy that allows to estimate a cost item before an injury happens. The Focus Group allowed to fill these gaps and to define the "ex ante" estimability through the "ex post" estimability, considering that if a cost item is hard to assess after the accident, it will be even harder to assess from a pre-accident perspective (Table5).

Legend		Relevance: 0 = not relevant; X = few relevant or relevant in specific situations (X*); XX = relevant Ex post estimability: 0 = not estimable; X = disagreement on estimability / estimated in papers; XX = estimable Ex ante estimability: 0 = not estimable; X = few estimable; XX = estimable			
Categories	Cost Items	Relevance		Ex post estimability	Ex ante estimability
		Literature	Focus group	Literature	Focus group
ADMINISTRATIVE COSTS	Cost of administrative staff	XX	X	X	X
	Cost of internal investigation	-	X	X	X
	Cost of time lost by supervisors and managers	XX	X	X	X
COMMUNICATION COSTS	Communication costs	0	0	-	0
COSTS DUE TO DAMAGE TO GOODS AND PROPERTY	Cost due to damage to equipment and machinery	X*	0	X	X
	Cost due to damage to materials	-	0	-	X
	Cost due to damage to structures	X*	0	-	X
	Cost due to damage to the products	X*	0	X	X

Legend		Relevance: 0 = not relevant; X = few relevant or relevant in specific situations (X*); XX = relevant Ex post estimability: 0 = not estimable; X = disagreement on estimability / estimated in papers; XX = estimable Ex ante estimability: 0 = not estimable; X = few estimable; XX = estimable			
		Relevance		Ex post estimability	Ex ante estimability
Categories	Cost Items	Literature	Focus group	Literature	Focus group
<i>COSTS OF TURNOVER</i>	<i>Costs of turnover</i>	XX	0	0	0
<i>COURT COSTS</i>	<i>Cost of external investigation</i>	-	X*	-	X
	<i>Cost of fines and compensation</i>	-	X*	X	X
	<i>Legal cost</i>	-	X*	X	X
<i>INSURANCE COSTS</i>	<i>Insurance costs</i>	-	XX	X	XX
<i>INTANGIBLE COSTS</i>	<i>Cost for decrease of the morale of employees</i>	X*	0	0	0
	<i>Reputation cost</i>	-	X*	0	0
<i>MEDICAL COSTS</i>	<i>Medical costs</i>	-	0	XX	XX
<i>PRODUCTION COSTS</i>	<i>Cost due to cancellation of orders and penalties</i>	-	X*	-	0
	<i>Cost due to reduced productivity of the injured employee</i>	X*	X*	-	X
	<i>Cost of lost production</i>	-	XX	-	X
	<i>Cost of time lost by injured employee</i>	XX	X	XX	XX
	<i>Cost of time lost by other employees</i>	-	0	0	0
	<i>Overtime cost</i>	XX	X	-	X
	<i>Strike cost</i>	-	X*	-	0
<i>REPLACEMENT COSTS</i>	<i>Cost due to reduced productivity of the substitute</i>	-	X	-	X
	<i>Recruitment and selection cost</i>	X*	0	-	X
	<i>Training cost</i>	X*	X*	0	X

Table 5: Relevance and ex post/ex ante estimability of cost items; the asterisk identifies the items generally not so relevant, but that can have a significant impact on the non-safety costs in specific situations

This simplification allows to exclude 6 not relevant cost items, 3 not estimable cost items and 4 not relevant and not estimable cost items: 13 items excluded in total (Table 6).

Excluded Cost items	
Not relevant	Not estimable in "ex ante"
<i>Communication costs</i>	<i>Communication costs</i>
<i>Costs due to damage to goods and property</i>	<i>Costs of turnover</i>
<i>Costs of turnover</i>	<i>Cost due to cancellation of orders and penalties</i>
<i>Cost for decrease of the morale of employees</i>	<i>Cost for decrease of the morale of employees</i>
<i>Cost of time lost by other employees</i>	<i>Cost of time lost by other employees</i>
<i>Medical costs</i>	<i>Reputation cost</i>
<i>Recruitment and selection cost</i>	<i>Strike cost</i>

Table 6: Excluded cost items

Furthermore, it is possible to calculate those costs belonging to the same category and influenced by the same factors by using just one function, assuming that the aggregated items vary in the same way. Here, the structure is further reduced: it is possible to aggregate *cost of time lost by supervisors and managers* and *cost of internal investigation* within *administrative costs*, *legal cost*, *cost of external investigation* and *cost for fines and compensation* within *court costs*. By estimating, aggregation and simplification allow to reduce the error variability, balancing the errors out.

These procedures thoroughly simplified the classification structure without undermining the accuracy of the estimate (Table 7).

		Length of absence	
		Variable	Fixed
General injuries situation	Variable	FI - SI	FI
		<i>Insurance costs</i>	
	Fixed	N - AD	N
		<i>Cost due to reduced productivity of the injured employee</i> <i>Cost due to reduced productivity of the substitute</i> <i>Cost of lost production</i> <i>Cost of time lost by injured employee</i> <i>Court costs</i> <i>Overtime cost</i> <i>Training cost</i>	<i>Cost of administrative staff</i> <i>Cost of internal investigation and of time lost by supervisors and managers</i>

Table 7: Reclassified cost items that should be considered by the estimation tool

Of the 26 items initially found in literature, once the not relevant and not estimable items have been excluded and after some aggregations have been carried out, only 10 remain: it is an underestimate, but a strictly regulated and significant one.

Finally, the function shape that best represents the trend of each cost has been presumed in the Focus Group by paying particular attention to the variables and to the parameters identified (Table 8). The factors are represented through the use of estimators: the number of events is represented by the number of injuries or the Frequency Index, the length of absence by the average duration of an injury or the Severity Index, the business size by the number of employees, the field of activity by the INAIL tax rates, the injured worker's salary by the daily net salary and the job's grade of difficulty by the training days. Each function is associated to one or more unknown parameters necessary to measure the cost;

they can be initialised with some help from the MPPS: more specifically, he have to suppose the size of the cost when variables assume specific values.

Legend n= Number of injuries; AD = Length of absence; FI = Frequency index; SI = Severity index; θ_1 = Number of employees θ_2 = INAIL tax rates; θ_3 = Injured worker's salary; θ_4 = Training days; AD_{org} = Days of absence that make it convenient to hire a replacement; AD_{ref} = average length of reference that is assumed equal to 15 days.			
Categories	Cost items	Cost functions	Unknown parameters
ADMINISTRATIVE COSTS	Cost of administrative staff	$g = \alpha_{as} * n * \theta_1$	α_{as}
	Cost of internal investigation and of time lost by supervisors and managers	$g = \alpha_{ism} * n$	α_{ism}
COURT COSTS	Court costs	$g = \alpha_c * n * \left(\frac{AD}{AD_{ref}}\right)^2$	α_c
INSURANCE COSTS	Insurance costs	$g = \alpha_i * FI^{x1} * SI^{x2} * \theta_2 + q$	α_i, x_1, x_2, q
PRODUCTION COSTS	Costs due to reduced productivity of the injured employee	$g = \alpha_{rpi} * n * AD * \theta_4$	α_{rpi}
	Cost of lost production	$g = \alpha_{lp} * n * AD^2 * (\theta_1)^{-1}$	α_{lp}
	Cost of time lost by injured employee	$g = \alpha_{tli} * n * AD * \theta_3$	α_{tli}
	Overtime cost	$g = \alpha_o * n * AD * \theta_3$ per $AD \leq AD_{org}$	α_o
REPLACEMENT COSTS	Cost due to reduced productivity of the substitute	$g = \alpha_{rps} * n * AD * \theta_4$ per $AD > AD_{org}$	α_{rps}
	Training cost	$g = \alpha_t * n * AD^2 * \theta_4$ per $AD > AD_{org}$	α_t

Table 8: Cost functions

Now all the necessary data for the estimate are available, which can be perfected in time:

- The value of the unknown parameters can be improved by using data from historical archives, data from other companies or by monitoring some event samples;
- The function shape can be verified and, if necessary, modified by analysing the data obtained from the companies that applied the model.

The result given by the tool allows to verify which jobs trigger the biggest costs and to understand where to act. With this information, it is possible to assume which intervention will have the most influence on the lack of safety and how much its implementation will

cost; its expedience can be determined by comparing the estimate based on the current business conditions and an estimate that takes into consideration the effects of the intervention in terms of reduction of number and seriousness of expected injuries: the difference between the two represents the financial benefits generated by the intervention.

Example of application

In order to show the implementation procedures of the model and to verify that they allow to achieve the objective of this research, it is considered necessary to test it, at least on paper, to prove its effectiveness and ease of use; an example of application is presented, assuming to estimate the non-safety costs in a little Carpentry that employs 26 workers.

The first step is to define the field of investigation: the estimate can take into account all the jobs carried out in the company or those considered most critical by decision makers; the tool also offers the ability to define which are those that accumulate more risks and therefore more costs. The job taken into consideration here is “Carpenter”, since it is carried out by the most of employees and considered more dangerous than other jobs.

The next step is the data collection: the Manager of the Prevention and Protection Service has to complete a Questionnaire A for every job taken into account; it allows to detect the value of the variables and the estimators of parameters connected to the job. Table 9 reports a section of Questionnaire A for the job “Carpenter”.

Indicate the number of operators who carry out the job, the activities that compose it, dividing them into primary and secondary, specifying the time that each operator use for each primary activity and the risk associated with each activity.

Indicate for each risk the probability (P) and the seriousness of the damage (D), detectable in the Risk Evaluation Document. Basing on P e D define the number and the severity of the expected injuries in 10 years, keeping in mind the number of operators exposed and the time of exposure to risk.

JOB: Carpenter

Daily net salary: 90 €

Daily working hours: 8

Number of operators: 14

Training days: 60

Days of work in a year: 220

Activity	Primary or secondary	Time of exposure (h/day)	Risk associated	P	D	Number of expected injuries	Average duration of an expected injury
Planing	Primary	3	Suffocation	1	4	0	0
			Injury in the upper limbs (wound,	3	3	7	21

laceration, amputation)				
Ocular injury	2	2	4	7
Burn	1	3	1	27
Backache	2	2	5	8

Table 9: Questionnaire A filled in for the job “Carpenter”

A second questionnaire has to be completed in order to detect the value of remaining estimators of parameters and to initialize the unknown parameters. This process consists in hypothesize for each item the cost in n scenarios: knowing the other data to be included in the cost function it is possible to obtain the value of the unknown parameter in the scenario, that goes to make average with those obtained in the others n-1 scenarios, thereby obtaining the value of the initialized parameter. If the decision makers consider some cost items not relevant to their productive reality, these may simply be excluded from the analysis.

Table 10 reports a section of Questionnaire B completed for the job “Carpenter”.

Assume for each item the cost (or a range of costs) in different scenarios; the optimistic scenario is characterized by 2 injuries with an average duration of 5 days in 10 years; the pessimistic scenario is characterized by 10 injuries with an average duration of 20 days in 10 years.

Cost items	Description	Scenarios				Hypothetical value of the cost item in the next 10 years (€)	
Cost of administrative staff	Cost of time spent by administrative staff for the management of the case (data recording, report processing, management practices, administration of payroll, etc)	n_1	2	AD_1	5	C_1	150
		n_2	10	AD_2	20	C_2	1.300

Table 10: Questionnaire B filled in for the job “Carpenter”

Now all the essential data to estimate the non-safety costs are available.

Knowing the distribution of the expected costs it is possible to locate which job, and even which risk, needs a priority intervention; it can be oriented to reduce the risk that generates the highest number of total days of absence (number of expected injuries multiplied by their average duration), or to reduce more risks simultaneously. Assumed the cost of the intervention and the benefits this would bring in terms of reducing the number and the severity of expected injuries, it is possible to recalculate the non-safety costs. Table 11 shows the expected costs at present, and taking into account the intervention hypothesized (in this case it is assumed the purchase of security equipment at a cost of 32,500€).

Cost categories	Cost items	Expected cost in 10 years basing on the current business configuration (€)	Expected cost in 10 years taking into account the intervention (€)
ADMINISTRATIVE COSTS	Cost of administrative staff	4.203 1,7%	2.870 2,3%
	Cost of internal investigation and of time lost by supervisors and managers	11.275 4,5%	7.700 6,4%
COURT COSTS	Court costs	19.271 7,7%	9.647 8,1%
INSURANCE COSTS	Insurance costs	54.221 21,8%	14.969 12,5%
PRODUCTION COSTS	Cost due to reduced productivity of the injured employee	16.237 6,5%	9.494 7,9%
	Cost of lost production	103.313 41,5%	51.718 43,1%
	Cost of time lost by injured employee	15.713 6,3%	9.187 7,6%
	Overtime cost	24.617 9,9%	14.394 12,0%
REPLACEMENT COSTS	Cost due to reduced productivity of the substitute	0 0%	0 0%
	Training cost	0 0%	0 0%
TOTAL		248.849 100%	119.979 100%

Table 11: Expected non-safety costs before and after the intervention

The intervention, which costs 32.500€, would bring a saving of 128.870€ in 10 years: its convenience is evident (Figure 2).

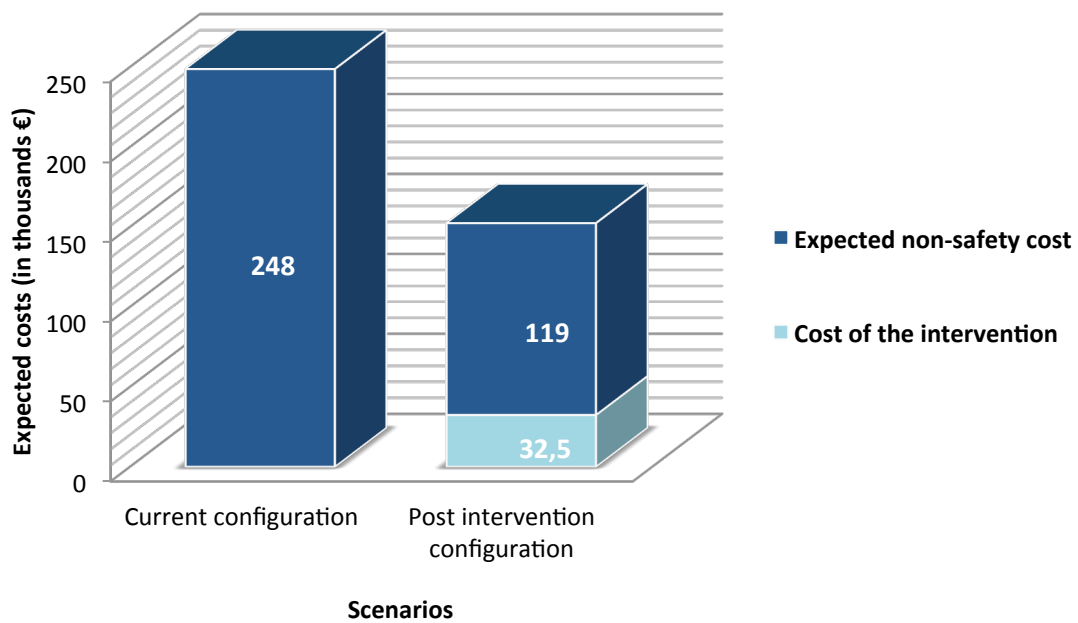


Figure 2: Cost-benefit analysis of the intervention hypothesized

The example clearly shows the simplicity and the flexibility of application of the estimation tool, in addition to the ease of reading of the results provided:

- The field of investigation is at the discretion of the decision makers;
- The use of questionnaires allows the Manager of the Prevention and Protection Service to collect data on his own schedule;
- The results themselves define the priorities for intervention;
- The cost-benefit analysis of an intervention is easy to do.

Conclusions and future research

The model proposed here moves away from those found in the literature analysis: the estimate of the costs caused by injuries is not to be calculated by looking at the events that happened in the past, but it is based on the risk distribution in the workplace. This gives a complete overview of the firm conditions which is not exclusively linked to the accidents recorded in the historical archives; this is a crucial element for two reasons: on the one hand, it allows to calculate said costs even for companies where few or no events have been recorded, whereas on the other hand it lets operate at a strategic level, pointing out where an intervention would be necessary and how advantageous it could prove.

This tool can be customised according to the needs of the firm in which it is applied: the available resources can be concentrated on risky jobs or on those jobs that are considered critical by decision makers; the same goes for cost items, as some can be deemed not relevant in specific contexts. A quick and targeted application of the tool is so guaranteed by the flexibility in determining the field of action and the ease of finding the necessary data for an estimate.

So as for the tool to show its full potential, a RED written with attention to detail is necessary; otherwise, the results obtained would not be accurate. However, it is to mention that the output accuracy increases with the passing of time, since the improvement of parameters and functions can take years; however what is important here is that the tool gives the decision makers some realistic data that draw the attention on the importance of prevention and that can be used in order to assess the expedience of interventions on matter of safety and health.

Finally, these could be some interesting points for future research:

- Verify that the items estimated by the tools are actually the most relevant and the easiest to estimate (for both “ex ante” and “ex post” visions);
- Proceed with the tuning of parameters and function shapes.

References

Aaltonen, M. V., & Miettinen, J. (1997). Computer-aided calculation of accident costs. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 7(2), 67-78.

Aaltonen, M. V., Uusi-Rauva, E., Saari, J., Antti-Poika, M., Räsänen, T., & Vinni, K. (1996). The accident consequence tree method and its application by real-time data collection in the Finnish furniture industry. *Safety science*, 23(1), 11-26.

Andreoni, D., & International Labour Office (1986). *The cost of occupational accidents and diseases* (p. 18). Geneva, Switzerland: International labour office.

Bird, F. E., & Germain, G. L. (1966). *Damage control: A new horizon in accident prevention and cost improvement*. New York: American Management Association.

Brody, B., Létourneau, Y., & Poirier, A. (1990). Le cout des accidents du travail: Etat des connaissances. *Relations Industrielles/Industrial Relations*, 94-117.

Cagno, E., Micheli, G. J., Masi, D., & Jacinto, C. (2013). Economic evaluation of OSH and its way to SMEs: A constructive review. *Safety science*, 53, 134-152.

- Corazza, L. (2009). *Quanto costa la "non sicurezza" sul lavoro?* <http://www.nelmerito.com>
- Corcoran, D. (2002). The value of estimating the hidden costs of accidents. *Occupational health & safety (Waco, Tex.)*, 71(9), 26.
- DeVol, K. (1985). *In come replacement for short-term disability: The role of workers' compensation*. Cambridge, MA: Workers' Compensation Research Institute.
- Dorman, P. (2000). *The economics of safety, health, and well-being at work: an overview*. Geneva: ILO.
- Gavious, A., Mizrahi, S., Shani, Y., & Minchuk, Y. (2009). The costs of industrial accidents for the organization: developing methods and tools for evaluation and cost-benefit analysis of investment in safety. *Journal of loss prevention in the process industries*, 22(4), 434-438.
- Head, L., & Harcourt, M. (1997, January). The direct and indirect costs of workplace accidents in New Zealand. In *AIRAANZ Conference, Brisbane, AU*.
- Heinrich, H. (1959). *Industrial Accident Prevention*. NY: Mc Graw-Hill Book Co., New York.
- Hinze, J. (1991). *Indirect costs of construction accidents*. University of Texas.
- Jallon, R., Imbeau, D., & de Marcellis-Warin, N. (2011). Development of an indirect-cost calculation model suitable for workplace use. *Journal of safety research*, 42(3), 149-164.
- LaBelle, J. E. (2000). What do accidents truly cost? Determining Total Incident Costs. *Professional Safety*, 45(4), 38-42.
- Laufer, A. (1987). Construction safety: economics, information and management involvement. *Construction Management and Economics*, 5(1), 73-90.
- Leopold, E., & Leonard, S. (1987). Costs of construction accidents to employers. *Journal of Occupational Accidents*, 8(4), 273-294.
- Leigh, J. P., Cone, J. E., & Harrison, R. (2001). Costs of occupational injuries and illnesses in California. *Preventive Medicine*, 32(5), 393-406.
- Leigh, J. P., Markowitz, S. B., Fahs, M., Shin, C., & Landrigan, P. J. (1997). Occupational injury and illness in the United States: estimates of costs, morbidity, and mortality. *Archives of Internal Medicine*, 157(14), 1557-1568.
- Leigh, J. P., Waehrer, G., Miller, T. R., & McCurdy, S. A. (2006). Costs differences across demographic groups and types of occupational injuries and illnesses. *American journal of industrial medicine*, 49(10), 845-853.
- Miller, T. R. (1997). "Estimating the Costs of Injury to U.S. Employers." *Journal of Safety Research*, 28, 1-13.
- Micheli, G.J.L., Cagno, E., 2010. Dealing with SMEs as a whole in OHS issues: warnings from empirical evidence. *Safety Science* 48 (6), 729-733.
- Miller, T. R., & Galbraith, M. (1995). Estimating the costs of occupational injury in the United States. *Accident Analysis & Prevention*, 27(6), 741-747.

- Miller, T. R., & Rossman, S.B. (1990). *Safety programs: saving money by saving lives*. Best's safety directory 1991 (vol. I., pp. 52-59). Oldwick, NJ: Best Publishing.
- Monnery, N. (1998). The costs of accidents and work-related ill-health to a cheque clearing department of a financial services organisation. *Safety science*, 31(1), 59-69.
- Mossink, J. C. M., & de Greef, M. (2002). *Inventory of socioeconomic costs of work accidents*. Office for Official Publications of the European Communities.
- Neville, H. (1998). Workplace accidents: They cost more than you might think. *Industrial Management*, 40(1), 7-9.
- Osterhauddt, M. (2002). *Analysis of accident cost and comparison with available research*. <https://ritdml.rit.edu/handle/1850/14779>
- Oxenburgh, M., & Marlow, P. (2005). The "productivity assessment tool": computer-based cost benefit analysis model for the economic assessment of occupational health and safety interventions in the workplace. *Journal of safety research*, 36(3), 209-214.
- Reville, R. T., Bhattacharya, J., & Sager Weinstein, L. R. (2001). New methods and data sources for measuring economic consequences of workplace injuries. *American journal of industrial medicine*, 40(4), 452-463.
- Riel, P., & Imbeau, D. (1998). How to allocate the health and safety insurance cost within the firm. *Journal of Safety Research*, 29(1), 25-34.
- Rikhardsson, P. M. (2004a). Accounting for the cost of occupational accidents. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 11(2), 63-70.
- Rikhardsson, P. M., & Impgaard, M. (2004b). Corporate cost of occupational accidents: an activity-based analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 36(2), 173-182.
- Sun, L., Paez, O., Lee, D., Salem, S., & Daraiseh, N. (2006). Estimating the uninsured costs of work-related accidents, part I: a systematic review. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 7(3), 227-245.
- Uusi-Rauva, E., Aahonen, M., & Saari, J., (1988). *The method for evaluating the accident consequence costs at company level*. TETA Report 105. Helsinki University of Technology, Laboratory of Industrial Economics. Gtaniemi.
- Valenti, A., Rondinone, B., & Iavicoli, S., (2008). *Salute e sicurezza sul lavoro*. http://www.bollettinoadapt.it/old/files/document/17722Ispesl_salute_e_.pdf

1 Introduzione

In questo capitolo si introduce il problema della non sicurezza sul luogo di lavoro, prestando particolare attenzione ai costi che la Società, l'infortunato e l'Impresa devono sostenere. Nello specifico, viene reso evidente come gli infortuni costituiscano una minaccia al benessere finanziario delle aziende.

Rendere consapevoli i datori di lavoro delle perdite economiche abilita all'azione, per cui è di fondamentale importanza fornire uno strumento in grado di definirne la dimensione. L'attenzione si concentra sulle Piccole e Medie Imprese, realtà con caratteristiche tali da rendere più problematica la stima dei costi della non sicurezza rispetto alle Grandi Imprese.

Infine, viene presentato l'obiettivo di questa tesi: realizzare uno strumento di stima dei costi della non sicurezza, che sia utilizzabile in qualsiasi contesto aziendale, e che sia in grado di evidenziare la convenienza di possibili interventi in materia di salute e sicurezza.

"L'andamento decrescente del drammatico fenomeno degli infortuni sul lavoro, soprattutto in termini di perdita di vite umane, non deve far abbassare la guardia su quella che continua a rappresentare una drammatica piaga sociale."

Giorgio Napolitano – 13 Ottobre 2013

Le parole del Presidente emerito della Repubblica, scritte in occasione della 63esima Giornata Nazionale per le Vittime degli Incidenti sul Lavoro, sottolineano come gli infortuni professionali siano un fenomeno che coinvolge tutta la Società, un fenomeno che seppur in calo continua a mietere numerose vittime.

Gli incidenti sul lavoro, oltre a comportare dolori e sofferenze difficili da quantificare, hanno un peso economico-finanziario non indifferente, come dimostrano numerosi studi condotti a livello europeo ed internazionale. La definizione e stima di tali costi è però molto complessa e sono davvero poche in letteratura le esperienze di successo in questo senso.

Per comprendere l'ordine di grandezza dei costi della non sicurezza si riporta qualche statistica. Nel panorama internazionale, l'International Labour Organization (ILO) stima che in termini economici la perdita globale conseguente a decessi, infortuni e malattie professionali si aggira attorno al 4% del PIL mondiale; tale valore, tra l'altro, risulta essere circa 20 volte superiore ai finanziamenti statali complessivi destinati allo sviluppo (Valenti et al., 2008). Secondo l'EASHW (European Agency for Safety and Health at Work) la cifra si aggira tra il 2,6% e il 3,8% del PIL dell'Unione Europea per gli stati membri. In Italia, secondo i dati pubblicati dall'INAIL (Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro) il costo totale degli infortuni sul lavoro è superiore al 3% del PIL nazionale (Corazza, 2009).

Il cuore del problema sta al livello delle Piccole e Medie Imprese (PMI), ovvero Imprese che impiegano meno di 250 dipendenti; queste costituiscono il 99,9% delle attività in Italia, il 99,8% in Europa, e occupano a livello Nazionale l'80% dei lavoratori, mentre a livello Europeo il 67,4% (dati per il 2012 elaborati dal London Economics). La situazione è paradossale: anche se la maggior parte degli infortuni avviene nelle PMI, a livello della singola organizzazione la frequenza di eventi è relativamente bassa. Ciò fa sentire al sicuro sia i dipendenti che i datori di lavoro, per cui gli investimenti tesi a migliorare la salute e la

sicurezza sono generalmente limitati a quelli necessari al rispetto delle norme legislative (Cagno et al., 2013; Hasle et al., 2009). Non c'è la percezione che basta un limitatissimo numero di infortuni (potenzialmente anche uno solo) a mettere a rischio l'equilibrio che permette all'azienda di sopravvivere. Senza dimenticare le considerazioni etiche, morali e sociali bisogna tenere conto che l'infortunio ha delle ripercussioni economiche di diversa natura, la maggior parte delle quali difficilmente individuabili e quantificabili. La situazione appare ancora più paradossale se si pensa che dei pochi strumenti funzionali alla valutazione economica delle conseguenze degli infortuni, solo una parte è costruita tenendo in considerazione le caratteristiche e le esigenze delle PMI. Inoltre, sono ancora meno quelli che forniscono indicazioni su come, dove e quanto sia conveniente intervenire.

Solo sottolineando la portata di queste conseguenze si possono spingere i datori di lavoro a fare investimenti sulla sicurezza dei propri dipendenti; questo, non solo migliorerebbe la qualità dell'ambiente di lavoro ma, come la comunità scientifica sta provando a dimostrare, renderebbe l'azienda anche più competitiva. Scopo della presente ricerca è appunto la definizione di un modello di stima dei costi della non sicurezza che possa essere utilizzato sia dalle Grandi Imprese che dalle PMI, finalizzato all'analisi costi-benefici di interventi di prevenzione e protezione. Si andrà a ora a presentare più dettagliatamente il problema e come si intende contribuire a risolverlo.

1.1 Panoramica generale del problema

La sicurezza sul lavoro è un tema sempre attuale e di centrale importanza sotto diversi aspetti, nonostante ci siano decisi segnali di miglioramento. Secondo dati INAIL (Tabella 1.1) nel 2013 sono state registrate 649.648 denunce per infortunio, circa 50.000 in meno rispetto all'anno precedente, equivalente a una riduzione del 7%; dato che arriva al 21% rispetto all'anno 2009. Gli infortuni riconosciuti sul lavoro dall'Istituto sono invece diminuiti di più del 9%, passando dagli oltre 500.000 del 2012 ai circa 457.000 del 2013.

Modalità	Anno di accadimento				
	2009	2010	2011	2012	2013
Sul lavoro	770.773	764.779 - 0,78%	716.909 - 6,26%	651.527 - 9,12%	595.583 - 8,59%
Senza mezzo di trasporto	727.151	720.972 - 0,85%	677.692 - 6,00	618.298 - 8,76%	571.135 - 7,63%
Con mezzo di trasporto	43.622	43.807 + 0,42%	39.217 - 10,48%	33.229 - 15,27%	24.448 - 24,63%
In itinere	107.167	106.577 - 0,55%	100.788 - 5,43%	93.856 - 6,88%	99.065 + 5,55%
Senza mezzo di trasporto	23.267	23.908 + 2,75%	22.326 - 6,62%	25.499 + 14,21%	26.188 + 2,70%
Con mezzo di trasporto	83.900	82.669 - 1,47%	78.462 - 5,09%	68.357 - 12,88%	72.877 + 6,61%
Totale	877.940	871.356 - 0,75%	817.697 - 6,16%	745.383 - 8,84%	694.648 - 6,81%

Tabella 1.1: Denunce di infortunio per modalità e anno di accadimento (INAIL)

I dati positivi confermano un trend in diminuzione, in atto da alcuni anni; nonostante il calo possa essere almeno in parte sostenuto dalla riduzione della quantità di lavoro causata dalla crisi economica, va comunque osservata una fase regressiva del fenomeno infortunistico. La positività del trend non deve essere motivo di appagamento: non si può infatti dimenticare come l'opinione pubblica venga periodicamente turbata da notizie di eventi infortunistici gravi e di elevata drammaticità, a volte anche a carico di più persone contemporaneamente. Se si considera che le denunce di infortunio ricevute dall'INAIL sono poco meno di 2200 al giorno di cui circa 3 rappresentano casi mortali, ci si rende conto di come sia ancora lontano il raggiungimento dell'obiettivo di luoghi di lavoro protetti e sicuri.

Per quanto riguarda invece le malattie professionali le denunce sono state circa 51.900 (circa 5.500 in più rispetto al 2012), con un aumento di poco più del 47% rispetto al 2009. Ne è stata riconosciuta la causa professionale al 38%, mentre circa il 3% è ancora "in istruttoria". È importante notare che le denunce riguardano le malattie e non i soggetti ammalati, che sono circa 39.300, di cui il 41,9% per causa professionale riconosciuta (Tabella 1.2).

Genere	Anno di protocollo				
	2009	2010	2011	2012	2013
Maschi	25.551	30.327 + 18,69%	33.104 + 9,16%	32.508 - 1,80%	36.821 + 13,27%
Femmine	9.663	12.755 + 32,00%	14.207 + 11,38%	13.775 - 3,04%	15.018 + 9,02%
Totale	35.214	43.082 + 22,34%	47.311 + 9,82%	46.283 - 2,17	51.839 + 12,00%

Tabella 1.2: Denunce per malattie professionali per genere e anno di protocollo (INAIL)

Nella presente ricerca verranno considerati solo gli infortuni sul lavoro, nonostante i numeri ne mostrino il decremento; questa scelta è basata sul fatto che si tratta di un fenomeno più difficilmente controllabile rispetto alle malattie professionali. Infatti, per quanto riguarda queste ultime, sono stati messi a punto sistemi di valutazione che permettono di quantificare quali siano i livelli massimi di esposizione a fattori nocivi per la salute, come vibrazioni, agenti chimici, movimentazione manuale di carichi e via dicendo; quindi, in teoria, e ci si augura anche in pratica, rispettando i limiti di esposizione si elimina il rischio per la salute e le relativa perdita economica. Viceversa, il fenomeno infortunistico è molto complesso da tenere sotto controllo, in quanto specifico di ogni realtà aziendale e comprensivo di innumerevoli fattori da prendere in esame.

La prevenzione degli infortuni professionali, oltre che rappresentare un dovere dal punto di vista etico, in quanto tesa a salvaguardare il fondamentale diritto alla salute, ha anche una valenza economica orientata a migliorare l'efficienza dell'intero sistema produttivo. Nel prossimo paragrafo si vedrà come le conseguenze economiche del fenomeno sono sostenute da tutti, nessuno escluso.

1.2 Chi paga per la non sicurezza?

Come già anticipato, gli effetti nocivi della non sicurezza colpiscono l'intera Società. Recenti studi (Aaltonen et al., 1996; Jallon, 2011a) dimostrano che un incidente sul lavoro può comportare oltre 120 potenziali conseguenze negative, che si ripercuotono su soggetti diversi e in tempi diversi; è stato constatato che un incidente di media entità (in termini di gravità e di durata) ne genera circa 20; queste hanno un impatto economico che si ripercuote su tre livelli (Figura 1.1):

- *Conseguenze sul sistema paese:* il pagamento delle tasse sovvenziona la polizia, i vigili del fuoco, i paramedici, e i coroner, così come i trasporti di emergenza, le spese di ospedalizzazione, di riabilitazione e per i farmaci; in questo modo vengono finanziati anche buoni pasto, sussidi per la casa, assicurazione sanitaria, e altri servizi di assistenza per chi è rimasto permanentemente disabile a causa di un infortunio (Aaltonen et al., 1996; Miller, 1997).
- *Conseguenze sul lavoratore e sulla famiglia:* l'infortunato subisce un danno fisico o psicologico che ha delle conseguenze sulla sua vita e su quella dei suoi famigliari e amici; questo danno può essere solo temporaneo, può portare a dei deficit permanenti o alla morte; in ogni caso comporta dolore e sofferenze. Il periodo di infortunio implica delle perdite economiche, come ad esempio uno stipendio minore e la perdita di benefit secondari offerti dal lavoro; inoltre possono essere necessarie spese non sempre coperte dalle assicurazioni (Boden, 2005); bisogna anche considerare che le capacità lavorative dell'infortunato potrebbero non essere recuperate appieno, incorrendo nell'eventualità di perdere il lavoro o di essere reintegrati con una diversa mansione (Brown et al., 2007). Ci sono anche conseguenze a livello familiare e sociale: l'infortunato richiede tempo e attenzioni da parte delle persone vicine; i compiti legati al suo ruolo in famiglia devono essere coperti da qualcun altro se non è in grado di svolgerli; inoltre, può non essere più in grado di prendere parte alle abituali attività sociali (Dembe, 2001).
- *Conseguenze sull'azienda:* le conseguenze a livello dell'Impresa sono numerose, anche se non sempre facilmente identificabili; tuttavia portano tutte a delle perdite economiche che possono minarne la competitività. A questo tema sarà dato ampio spazio nel proseguo della tesi.

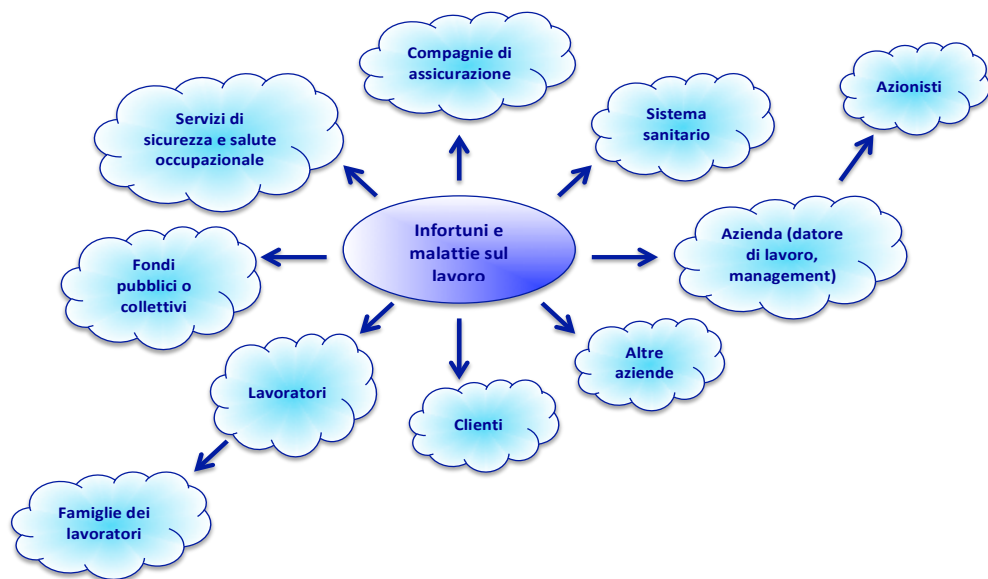


Figura 1.1: Soggetti su cui ricadono le conseguenze di infortuni e malattie sul lavoro

Come si evince dalla Figura 1.2 la società si fa carico della maggior parte dei costi derivanti dagli infortuni, seguita poi dall'infortunato stesso; sui datori di lavoro grava la parte più piccola di queste spese (Pathak, 2008). Questo, aggiunto al fatto che è difficile determinare le conseguenze reali dell'infortunio per l'azienda, porta a sottovalutare ancora di più i benefici che investimenti sulla salute e sulla sicurezza potrebbero apportare. Come si vedrà nel prossimo paragrafo, citando il motto dell' European Agency for Safety and Health at Work, "Good safety and health is good business".

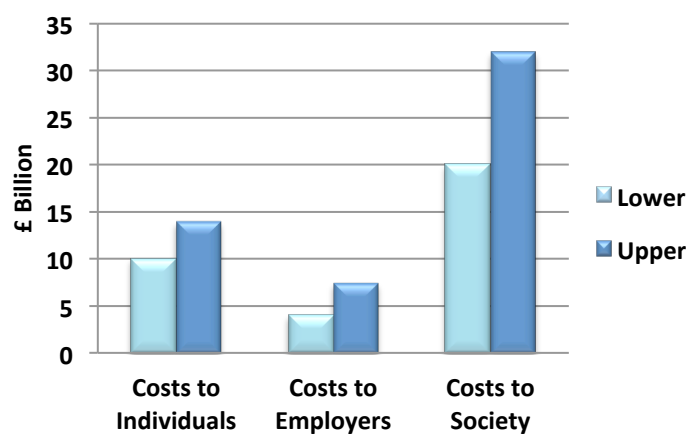


Figura 1.2: Ripartizione dei costi degli infortuni (Pathak, 2008)

1.3 I costi della non sicurezza nelle aziende: una minaccia alla competitività

La sicurezza sul lavoro, oltre a essere un obbligo giuridico e sociale, è un vantaggio dal punto di vista economico.

Nella visione manageriale classica (teoricamente superata ma che sfortunatamente vale ancora per molte organizzazioni), il fattore decisivo per le prestazioni aziendali è rappresentato dal saldo finanziario. Al contrario, è sempre più frequente osservare come i classici indicatori finanziari non siano più sufficienti a descrivere appieno le capacità competitive delle Imprese.

Per una valutazione corretta delle performance economiche di un'organizzazione, è sempre più evidente che è necessario comprendere aspetti che vanno al di là della dimensione finanziaria, per includere elementi relativi alle condizioni di lavoro, al benessere dei dipendenti e all'ambiente di lavoro. In particolare, un importante contributo alle performance economiche di un'Impresa è senza dubbio dato dalle condizioni di sicurezza; recenti sviluppi nella valutazione delle prestazioni aziendali hanno reso palese come essa contribuisca al successo dell'azienda in svariati modi (Mossink & de Greef, 2002; EASHW, 2008):

- Contribuisce a dimostrare che l'azienda è socialmente responsabile;
- Protegge e arricchisce l'immagine e il valore del marchio;
- Aiuta a ottimizzare la produttività dei lavoratori;
- Fa aumentare l'impegno dei dipendenti nei confronti dell'azienda;
- Crea una forza lavoro più competente e sana;
- Riduce i costi aziendali e le interruzioni dell'attività;
- Consente alle aziende di soddisfare le aspettative dei clienti in materia di salute e sicurezza sul lavoro;
- Incoraggia la forza lavoro a rimanere in attività più a lungo.

Le Figure 1.3 e 1.4 danno una sintesi dei benefici derivanti da una corretta gestione della sicurezza sul lavoro per le prestazioni economiche di un'Impresa.

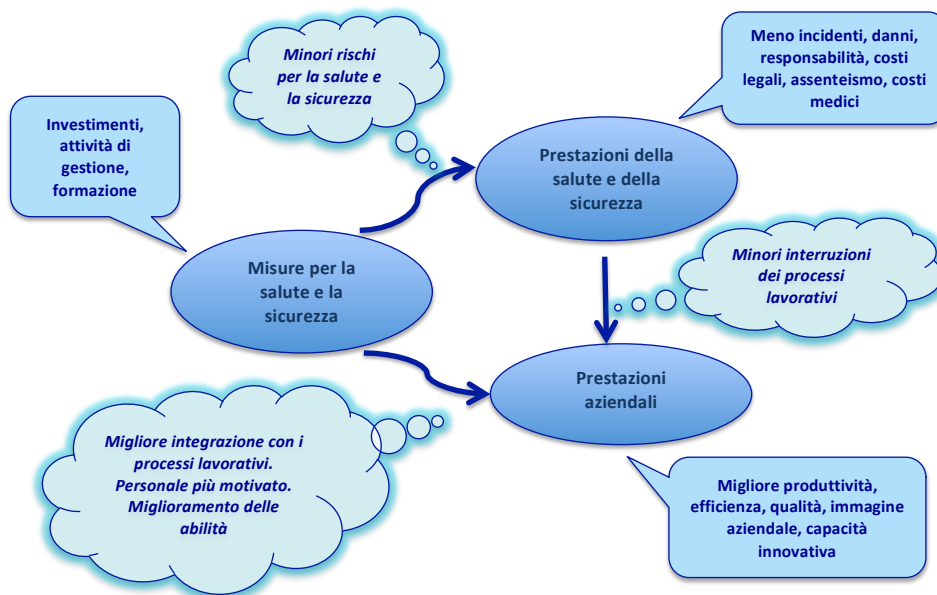


Figura 1.3: Effetti economici della salute e della sicurezza sul lavoro a livello aziendale (Mossink & de Greef, 2002)

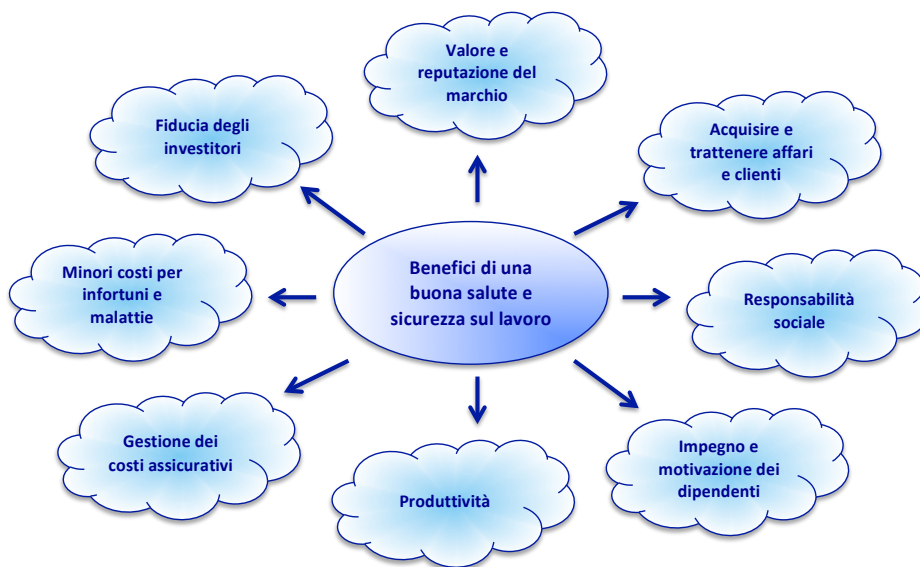


Figura 1.4: Benefici di un'appropriata politica di salute e sicurezza sul lavoro (EASHW, 2008)

Investimenti in sicurezza e salute possono quindi portare vantaggi alle Imprese; anche semplici adeguamenti sono potenzialmente in grado di aumentare la competitività e la redditività aziendale, oltre che la motivazione dei dipendenti. Tuttavia, **la maggior parte delle organizzazioni non è in grado di calcolare in modo sistematico i costi legati agli incidenti sul lavoro e, a dimostrazione di questo, non è consapevole delle ripercussioni economiche legate alla non sicurezza.**

Conoscere i costi che vengono sostenuti, o che si potrebbero sostenere, a causa degli infortuni professionali permette di quantificare i benefici che si otterrebbero rendendo sicuro il luogo di lavoro, stimolando i decision maker a fare investimenti per migliorare il livello di sicurezza. Risulta anche fondamentale individuare dove sia più utile effettuare interventi; questo vale soprattutto per le PMI, realtà in cui la limitatezza di risorse rende non solo auspicabile, ma anche indispensabile la pianificazione di interventi mirati.

Nel prossimo paragrafo si vedrà come le peculiarità delle PMI rendano particolarmente complesso farsi un'idea delle perdite conseguenti agli infortuni; le aziende appartenenti a questa categoria hanno infatti caratteristiche specifiche che devono essere tenute ben presenti nella costruzione di strumenti per la stima dei costi della non sicurezza.

1.4 Peculiarità delle PMI

L'appartenenza alla categoria delle Piccole e Medie Imprese è definibile attraverso diversi criteri; per l'Unione Europea ci si deve riferire al numero degli effettivi, al fatturato annuo e al totale di bilancio, come riportato in Tabella 1.3 e Figura 1.5.

Categoria di Impresa	Effettivi	Fatturato annuo (milioni di €)	Totale di bilancio (milioni di €)
Media	< 250	≤ 50	≤ 43
Piccola	< 50	≤ 10	≤ 10
Micro	< 10	≤ 2	≤ 2

Tabella 1.3: Categorie di Impresa

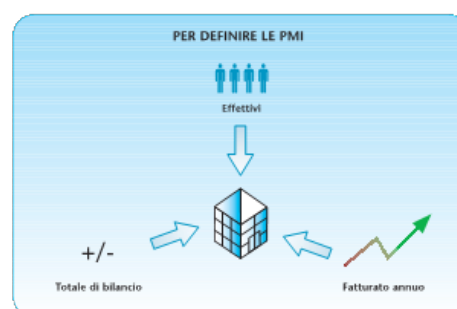


Figura 1.5: Criteri di definizione delle PMI

È opportuno notare che, mentre è obbligatorio rispettare le soglie relative agli effettivi, una PMI può scegliere di rispettare il criterio del fatturato o il criterio del totale di bilancio; l'Impresa non deve soddisfare entrambi i criteri e può superare una delle soglie senza perdere la sua classificazione.

Nella gran parte delle aziende di questa categoria le risorse umane e finanziarie a disposizione sono ridotte rispetto alle Imprese di grandi dimensioni; ciò comporta maggiori ostacoli alla stima dei costi degli infortuni: le energie da dedicarvi sono limitate e le informazioni su cui basare la stima sono poche, poiché tracciare i dati consuma tempo e denaro (Micheli & Cagno, 2010). Bisogna anche considerare che **in aziende di queste**

dimensioni generalmente vi è una bassa casistica di infortuni; quindi lo storico, fonte di informazione privilegiata in letteratura per la quantificazione dei costi, si rivela inconsistente. La bassa frequenza di eventi comporta anche una sua scarsa attendibilità: i pochi eventi passati potrebbero non essere sufficientemente rappresentativi; infatti, più sono i casi a cui si può fare riferimento più la stima a cui si giunge è stabile e accurata; essendoci pochi eventi a disposizione ne basterebbe uno solo che si discosti significativamente da quelli già accorsi per cambiare radicalmente la valutazione precedente. Va anche considerato che il tasso di omesse denunce aumenta nelle PMI rispetto alle grandi aziende: ciò aggrava l'attendibilità dello storico.

La conclusione è che **serve un nuovo modo, una nuova visione per riuscire a fare una stima accurata del costo della non sicurezza che sia valida, oltre che per le Grandi Imprese, anche per le PMI.**

1.5 Obiettivo

Lo scopo della presente ricerca è di definire uno strumento di stima semplice, personalizzabile, che possa funzionare con dati subito reperibili e che fornisca risultati facilmente interpretabili e rappresentativi della specifica realtà (Figura 1.6); **tale strumento deve risultare utilizzabile con successo anche nelle PMI**, realtà in cui la valutazione dei costi della non sicurezza è notoriamente difficile.

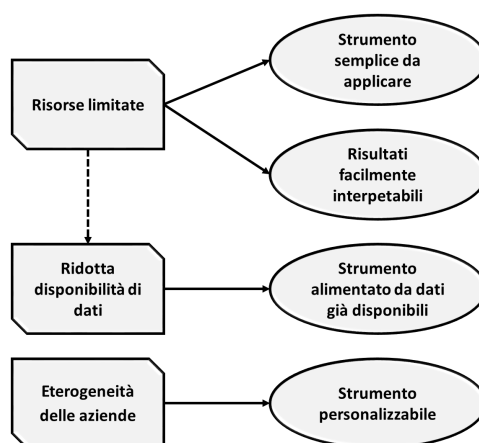


Figura 1.6: Limiti e necessità delle Imprese

Come evidenziato in precedenza, uno strumento basato sullo storico non è applicabile efficacemente a Imprese di questa categoria; per questo motivo se ne propone uno che

permette di **stimare il costo degli infortuni attesi sulla base della distribuzione del rischio in azienda**. Questa si evince dal Documento di Valutazione dei Rischi (DVR), relazione predisposta a individuare e analizzare i pericoli che caratterizzano il luogo di lavoro e i rischi che comportano per la salute e la sicurezza di chi vi opera. Tale documento costituisce una fonte di informazioni pronta all'uso e sempre disponibile, in quanto per legge deve essere presente in ogni azienda. Con la collaborazione di chi ha redatto il DVR è possibile definire il numero e la gravità degli infortuni attesi per ciascuna attività svolta; con questi e altri dati facilmente reperibili in qualsiasi contesto lavorativo è possibile arrivare a una stima accurata del costo della non sicurezza per ciascuna mansione presente nella specifica realtà. Qualora fosse troppo impegnativo effettuare una stima dei costi di tutte le mansioni, è possibile concentrare l'attenzione su quelle che cumulano la maggior quota di rischi, ipotizzando che a esse sia associata la maggior parte dei costi.

Conoscendo i costi attesi per ciascuna delle mansioni che si decide di considerare è possibile individuare su quali sia prioritario intervenire. Quindi, ipotizzato un intervento e stimato il costo e i benefici in termini di diminuzione del numero e/o della gravità degli infortuni attesi, è possibile valutare la convenienza dell'azione che si vuole implementare.

La Figura 1.7 rappresenta come la consapevolezza dei costi della non sicurezza, ottenuta grazie a uno strumento di stima semplice e personalizzabile, che possa funzionare con poche risorse e con i dati già presenti nel DVR, sia un vantaggio per l'azienda.

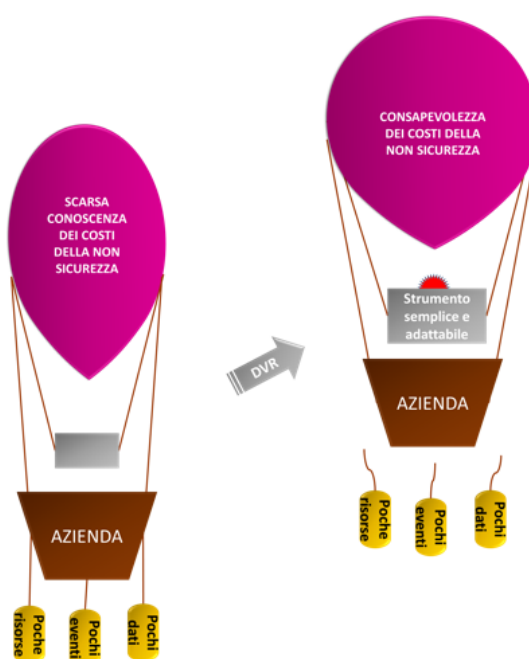


Figura 1.7: Il DVR e la stima dei costi della non sicurezza

La stima, che per come si intende costruirla è fortemente dipendente dalle forme delle funzioni che vengono utilizzate per il calcolo dei costi e dalla semplificazione ricercata, può ammettere scostamenti, anche relativamente importanti, rispetto al valore che poi si potrebbe verificare. Ciò è raffinabile nel tempo col miglioramento della formulazione delle funzioni, e comunque non va a inficiare il potenziale impatto della proposta che vuole operare a livello strategico. Quello che si vuole ottenere è una valutazione realistica, che dia la possibilità ai datori di lavoro e ai decision maker di comprendere l'entità dei costi che gli infortuni comportano.

Riassumendo, l'obiettivo del presente lavoro, ovvero la costruzione di uno strumento di stima del costo della non sicurezza, adattabile ad aziende con caratteristiche eterogenee e che possa anche essere di supporto all'analisi costi-benefici di interventi di prevenzione e protezione, viene reso raggiungibile dall'uso del DVR. Tale relazione dei pericoli e dei conseguenti rischi caratteristici del luogo di lavoro consente di andare oltre i problemi legati all'utilizzo dello storico; in particolare, riesce a fare fronte a errori sistematici indotti dalla bassa frequenza di infortuni, tipica delle PMI. Inoltre, si tratta di un documento pronto all'uso, in quanto ogni azienda è tenuta a redigerlo.

In Figura 1.8 è riportata la rappresentazione concettuale del presente lavoro; ciascun elemento dello schema viene approfondito nel proseguo della tesi.

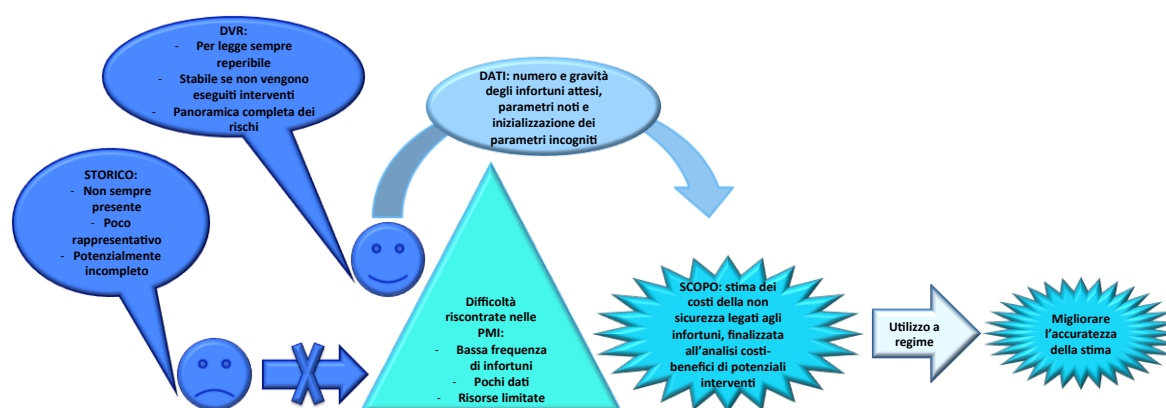


Figura 1.8: Schema concettuale

La struttura del lavoro effettuato per raggiungere l'obiettivo fissato è di seguito esposta.

Nel capitolo 2 si presentano i risultati dell'analisi della letteratura effettuata per capire quali sono i costi della non sicurezza e i criteri sulla base dei quali è possibile classificarli. Successivamente, le voci di costo vengono ridefinite e classificate secondo la loro natura

per dare ordine alle molte, e spesso discordanti, informazioni riportate dai vari autori, aumentando così la chiarezza espositiva. Infine, si prendono in esame i principali approcci alla quantificazione economica delle conseguenze degli infortuni: ciò che emerge è che i modelli proposti non soddisfano appieno le esigenze delle Imprese, in particolar modo quelle delle PMI.

Nel capitolo 3 si espongono le varie fasi che portano alla definizione di un nuovo strumento di stima utilizzabile in qualsiasi realtà imprenditoriale, persino nelle PMI. Nella prima parte è spiegato come, viste le caratteristiche di queste aziende, sia necessario un radicale cambio di visione rispetto ai metodi di stima tradizionali; nella parte centrale si passa a delineare il metodo che consente di arrivare alla stima; infine, si esplicitano le modalità di applicazione del processo.

Nel capitolo 4 si simula l'applicazione dello strumento, al fine di verificarne la semplicità di utilizzo e la facilità di lettura dei risultati forniti.

Nel capitolo 5 vengono tratte le conclusioni sul lavoro svolto, sottolineandone gli aspetti innovativi e i limiti; vengono inoltre date indicazioni per quanto riguarda la ricerca futura.

2 Lo Stato dell'Arte

In questo capitolo viene presentato quanto emerge dall'analisi della letteratura che tratta dei costi della non sicurezza.

Inizialmente, si esaminano le voci di costo citate dagli autori e i vari criteri usati per classificarle. Ciò che emerge è un quadro ricco e complesso, che presenta però numerose discordanze e contraddizioni. Per dare ordine a questo “caos” le voci di costo vengono ridefinite e classificate secondo la loro natura.

Successivamente, ci si sofferma sui diversi approcci al calcolo dei costi, riportando per ognuno delle ricerche esemplificative.

Infine, viene dato conto delle ragioni che rendono i metodi classici di stima poco adatti alle esigenze delle aziende.

**I Costi degli
infortuni**

Le Classificazioni

I Modelli di stima

La sicurezza sul luogo di lavoro è un tema ampiamente trattato in letteratura; da una parte questo fornisce moltissimo materiale per chi fosse interessato alla questione, dall'altra la numerosità e la diversità dei punti di vista ne fanno un tema di non immediata lettura, che rende necessario un lavoro di discernimento. Per arrivare a un metodo di stima dei costi della non sicurezza non si può prescindere da quanto è stato scritto a riguardo, poiché partire dagli studi e dal lavoro di altri autori permette di capire qual è lo stato dell'arte sulla questione, fornendo un punto di partenza solido per nuove trattazioni.

La letteratura è ricca di informazioni su quali siano i costi in cui incorre l'azienda in caso di infortunio, su quale sia la loro natura e su come sia possibile classificarli, tutte informazioni che come si vedrà, sono di fondamentale importanza per stimare le conseguenze economiche della non sicurezza. Sono invece carenti le ricerche e i metodi per effettuare tale stima, ancora meno quelli che assumono il punto di vista delle PMI, lasciando un vuoto che è indispensabile colmare.

In questo capitolo in un primo momento verranno presentati i risultati dell'analisi effettuata; successivamente, si cercherà di delineare un quadro coerente nonostante i molteplici punti di vista emersi, in particolare per ciò che riguarda la definizione delle varie voci di costo e i criteri per classificarle.

2.1 Metodologia

Per avere una visione completa dei costi sostenuti dalle aziende a causa degli infortuni, dei criteri per classificarli e dei modelli per quantificarli, è stata effettuata un'attenta analisi della bibliografia utilizzando database appositi, quali Google Scholar, SCOPUS, Science Direct, Wiley e il servizio SEARCH del Politecnico di Milano; non sono stati posti vincoli sulla lingua e sull'anno di pubblicazione. Le parole chiave sono state combinate tra loro e riguardano: l'evento (accident o injury), l'oggetto (cost), il metodo (classification o estimation), l'ambito (safety o health) e il contesto (occupational o workplace). Oltre agli articoli individuati dalla ricerca, sono stati considerati quelli suggeriti come correlati dai siti stessi e quelli citati nelle opere lette.

Partendo da quanto riscontrato in letteratura le informazioni sono state modificate, identificate o confermate utilizzando la tecnica del Focus Group; il Focus Group è un approccio di gruppo a un problema in cui degli esperti discutono la materia in oggetto sotto

la conduzione di uno o più moderatori. L'idea è di creare una comunicazione tra pari che consenta una libera circolazione di idee che, attraverso il confronto tra diversi punti di vista, permetta di risolvere il problema al centro del dibattito. La discussione durata circa 8 ore, a cui hanno partecipato un titolare di PMI nonché esperto in sicurezza dell'API di Lecco, un responsabile della sicurezza, due senior researcher nonché consulenti in materia e una junior researcher del Politecnico di Milano, ha consentito di determinare la rilevanza e la stimabilità di ciascuna voce di costo della non sicurezza e di identificare la forma della funzione che meglio ne descrive l'andamento.

2.2 I costi della non sicurezza

Per arrivare a stimare i costi della non sicurezza è indispensabile sapere cosa effettivamente gravi sul bilancio dell'Impresa. Questa tematica ha avuto ampio spazio in letteratura, dalla cui analisi è possibile avere un quadro completo, anche se complesso, delle conseguenze economiche degli eventi infortunistici (Tabella 2.1). La complessità è data dalla mancanza di accordo tra i vari autori sulla definizione e sulle caratteristiche dei costi. La tabella con le definizioni riscontrate viene riportata in Appendice A.

Denominazione	Referenze
<i>Costi amministrativi</i>	<i>Jallon (2011); Leigh (2001; 2006); Miller (1995); Neville (1998); Rikhardsson (2004b); Sun (2006)</i>
<i>Costi assicurativi</i>	<i>Aaltonen (1997); Gavius (2009); Jallon (2011); Miller (1997); Osterhaut (2002); Reville (2001); Riel (1996); Rikhardsson (2004b); Sun (2006); Uusi-Rauva (1988)</i>
<i>Costi del turnover</i>	<i>Jallon (2011); Oxenburgh (2005)</i>
<i>Costi di comunicazione</i>	<i>Rikhardsson (2004b)</i>
<i>Costi di produzione</i>	<i>Bird (1966); Jallon (2011); Miller (1995); Rikhardsson (2004a; 2004b); Sun (2006)</i>
<i>Costi sanitari</i>	<i>Aaltonen (1996); Bird (1966); Gavius (2009); Heinrich (1959); Jallon (2011); LaBelle (2000); Miller (1997); Sun (2006)</i>
<i>Costo del tempo non produttivo dell'infortunato</i>	<i>Aaltonen (1996); Bird (1966); DeVol (1985); Gavius (2009); Head (1997); Heinrich (1959); Laufer (1987); Monnery (1998); Oxenburgh (2005); Rikhardsson (2004a; 2004b)</i>
<i>Costo del tempo perso da altri operatori</i>	<i>Aaltonen (1996); Jallon (2011); Leigh (1997); Miller (1997); Neville (1998); Rikhardsson (2004a; 2004b); Sun (2006)</i>
<i>Costo del tempo perso da supervisori e dirigenti</i>	<i>Gavius (2009); Jallon (2011); LaBelle (2000); Leigh (2001; 2006); Miller (1997); Oxenburgh (2005); Rikhardsson (2004b); Sun (2006)</i>
<i>Costo di follow-up</i>	<i>Rikhardsson (2004a)</i>
<i>Costo di reputazione</i>	<i>Aaltonen, (1996); Andreoni, (1986); Gavius, (2009); Jallon, (2011); Hinze, (1991); Osterhaut, 2002</i>

Denominazione	Referenze
Costo di selezione e reclutamento	Gavious (2009); Head (1997); Osterhaudt (2002); Oxenburgh (2005); Rikhardsson (2004a; 2004b); Sun (2006)
Costo legale	Aaltonen (1996); Miller (1995); Neville (1998); Sun (2006)
Costo per addestramento del sostituto	Aaltonen (1996); Bird (1966); Miller (1990); Oxenburgh (2005); Rikhardsson (2004b)
Costo per cancellazione di ordini e pagamento penali	Aaltonen (1996); Gavious (2009); Jallon (2011); Miller (1990); Osterhaudt (2002)
Costo per danni ad attrezzature e macchinari	Bird (1966); Dorman (2000); Gavious (2009); Hinze (1991); Head (1997); Laufer (1987); Leigh (1997); Leopold (1987); Neville (1998); Osterhaudt (2002); Oxenburgh (2005); Rikhardsson (2004a); Sun (2006)
Costo per danni al prodotto	Aaltonen (1996; 1997); Bird (1966); Miller (1997); Osterhaudt (2002); Oxenburgh (2005); Sun (2006)
Costo per danni alle strutture	Osterhaudt (2002); Oxenburgh (2005)
Costo per danni materiali	Gavious (2009); Leigh (2001; 2006); Monnery (1998)
Costo per diminuzione del morale dei dipendenti	Andreoni (1986); Gavious (2009); Jallon (2011); Oxenburgh (2005); Rikhardsson (2004a); Sun (2006)
Costo per scioperi	Voce di costo associata in letteratura al Costo per diminuzione del morale dei dipendenti; nel Focus Group è stato ritenuto utile considerarla come voce a sé
Costo per investigazione incidente	Aaltonen (1996); Bird (1966); Gavious (2009); Head (1997); Jallon (2011); Leigh (2001; 2006); Miller (1997)
Costo per mancata produzione	Miller (1990); Sun (2006)
Costo per multe e risarcimenti	Aaltonen (1996); Gavious (2009); Head (1997); Osterhaudt (2002); Rikhardsson (2004a; 2004b)
Costo per ridotta produttività del sostituto	Miller (1990); Rikhardsson (2004b)
Costo per ridotta produttività dell'infortunato	Aaltonen (1996); LaBelle (2000); Miller (1997); Neville (1998)
Costo per straordinari	Aaltonen (1996); Jallon (2011); Miller (1997); Neville (1998); Oxenburgh (2005)

Tabella 2.1: Voci di costo riscontrate in letteratura e relative citazioni

Dalle descrizioni trovate in letteratura è possibile ricavare ulteriori informazioni sulle caratteristiche delle voci di costo; in particolare, vengono riportati alcuni fattori che ne influenzano l'entità (Tabella 2.2): il numero e la durata degli infortuni, la mansione dell'infortunato, la dimensione e il settore produttivo dell'azienda; per i primi due fattori si distingue la dipendenza dalla cumulata o dall'evento, intendendo con cumulata la presenza di un legame tra il costo e la situazione infortunistica generale, mentre con evento il legame con il singolo infortunio.

	Numero di eventi		Durata assenza		Mansione	Dimen- sione	Settore produt- tivo
	Cumulata	Evento	Cumulata	Evento			
Costi amministrativi		✓		✓		✓	
Costi del turnover	✓		✓				
Costi di comunicazione		✓				✓	
Costi di prevenzione	✓		✓				
Costi di produzione		✓		✓	✓		
Costi sanitari		✓					
Costo del premio assicurativo	✓		✓				✓
Costo del tempo non produttivo dell'infortunato		✓		✓	✓		
Costo del tempo perso da altri operatori		✓		✓			
Costo del tempo perso da supervisori e dirigenti		✓					
Costo di follow-up		✓					
Costo di reputazione	✓		✓				
Costo di selezione e reclutamento		✓		✓	✓	✓	
Costo legale		✓		✓			
Costo per addestramento sostituto		✓			✓		
Costo per aumento del premio assicurativo	✓		✓				✓
Costo per cancellazione di ordini e pagamento penali	✓		✓				
Costo per danni ad attrezzature e macchinari		✓					
Costo per danni al prodotto		✓					
Costo per danni alle strutture		✓					
Costo per danni materiali		✓					
Costo per diminuzione del morale dei dipendenti	✓		✓				
Costo per investigazione incidente		✓		✓			
Costo per mancata produzione		✓					
Costo per multe e risarcimenti		✓					
Costo per ridotta produttività del sostituto		✓			✓		
Costo per ridotta produttività dell'infortunato		✓			✓		
Costo per straordinari		✓		✓			

Tabella 2.2: Fattori che influenzano le voci di costo secondo la letteratura

Le informazioni inerenti i fattori che influenzano la dimensione dei costi della non sicurezza sono di fondamentale importanza per questa trattazione, in quanto guideranno la formulazione delle funzioni che verranno utilizzate per effettuare la stima. I fattori hanno però un diverso peso nel determinare il valore dei costi, in particolare:

- Il numero di eventi non solo fa variare il costo, ma ne determina anche la presenza: un costo è sostenuto solamente se c'è un evento che lo genera;
- La durata dell'assenza ha un impatto diretto sulle voci di costo: in base alla gravità dell'infortunio può cambiare l'ordine di grandezza del costo; inoltre, alcune voci vengono sostenute solo in caso di assenze prolungate dell'infortunato.

Questi due elementi vengono quindi considerati come **variabili** che descrivono direttamente il variare del costo della non sicurezza al solo variare degli eventi e tenute ferme le condizioni al contorno; gli altri fattori rappresentano invece il contesto in cui avviene l'infortunio: si tratta di **parametri** che influenzano effettivamente la dimensione del costo, ma agiscono indirettamente, modulando la pendenza o, assieme alle variabili, la forma delle funzioni (ad esempio la mansione, nello specifico lo stipendio, influenza il *costo del tempo non produttivo dell'infortunato*, ma la sua influenza è mediata dalla durata dell'assenza).

Un altro aspetto interessante che emerge dalla letteratura sono i criteri utilizzati dagli autori per categorizzare le conseguenze economiche degli infortuni: ogni classificazione proposta mette in risalto particolari aspetti delle voci di costo, come si vedrà nel prossimo paragrafo.

2.3 Le classificazioni dei costi

In letteratura sono presenti svariati criteri per classificare i costi degli infortuni; le classificazioni rilevate sono le seguenti:

- Costi assicurati e non assicurati;
- Costi classificati per natura;
- Costi diretti e indiretti;
- Costi fissi, variabili e di disturbo;
- Costi interni ed esterni;
- Costi legati all'evento e costi legati anche alla situazione infortunistica;
- Costi tangibili e intangibili;

- Costi visibili e nascosti.

Si cercherà ora di definirle, soffermandosi sui pregi e sui difetti di ciascuna.

COSTI ASSICURATI E NON ASSICURATI: questa classificazione distingue i costi dell'infortunio rimborsati o pagati dall'assicurazione da quelli non coperti dalla polizza assicurativa, ed è stata introdotta da Simonds e Grimaldi (1956) come critica alla distinzione tra costi diretti e indiretti, considerata poco utile allo scopo di convincere il management a intervenire nell'ambito della sicurezza; i costi non assicurati, rispetto ai costi indiretti, rimandano meglio l'idea che si tratta di esborsi, ovvero costi reali che gravano sul bilancio aziendale.

Lo svantaggio di questa classificazione è che dipende strettamente dalla polizza assicurativa e dalle politiche sociali del governo; per esempio un'azienda può assicurare determinati aspetti della sua attività di norma non assicurati da altre Imprese.

COSTI CLASSIFICATI PER NATURA: classificazione riscontrata spesso in letteratura, consiste nel suddividere le varie voci in base alla causa che le genera: ad esempio i costi per le spese legali, i costi per multe e risarcimenti e i costi di investigazione esterna dell'incidente sono accomunati dal fatto di essere sostenuti per far fronte alle conseguenze giuridiche dell'infortunio.

Categorizzare i costi secondo la loro natura aiuta a dare un ordine alle conseguenze economiche degli infortuni, migliorando la chiarezza dell'esposizione; l'utilità è limitata a questo, rendendo così tale classificazione poco interessante ai fini pratici di una ricerca.

COSTI DIRETTI E INDIRETTI: i primi sono costi che possono essere direttamente allocati all'infortunio, come le spese mediche o i danni materiali; i secondi invece incorrono a causa dell'incidente ma non possono essere associati in maniera immediata ad esso, ne sono un esempio i costi di produzione o i danni all'immagine aziendale.

Questa classificazione fornisce un'informazione sulla relazione causale tra evento infortunistico e costo da esso generato, senza però dire nulla sull'effettivo esborso di denaro; ai fini della stima sapere se un costo è causato direttamente dall'infortunio ha scarso rilievo. Inoltre, in letteratura si trovano differenti definizioni, talvolta molto simili a quelle date ad altre categorie: per esempio Dorman (2000) riscontra una frequente sovrapposizione tra costi diretti e visibili, tra costi indiretti e nascosti. Lo stesso autore

considera poi tale classificazione inconsistente, in quanto non risultano esserci due ricerche che riportino la stessa lista di costi diretti e indiretti.

COSTI FISSI, VARIABILI E DI DISTURBO: i costi fissi insorgono per ogni evento infortunistico ma non dipendono dalla durata dell'infortunio, quelli variabili aumentano al crescere dei giorni di assenza dell'infortunato mentre quelli di disturbo dipendono dallo specifico incidente e dal ruolo e dalle competenze della persona infortunata. Tale classificazione è stata proposta da Rikhardsson & Impgaard (2004b), allo scopo di utilizzarla per effettuare delle stime di massima dei costi sostenuti da un'azienda a causa degli infortuni. Monitorando accuratamente gli esborsi in un limitato campione di eventi è possibile calcolare il valore medio standard di ciascuna delle categorie proposte; a questo punto, secondo l'autore è sufficiente moltiplicare il valore standard della categoria per il numero degli infortuni che comportano un costo appartenente ad essa. Perciò tracciando il costo di pochi eventi è possibile avere un'idea delle perdite economiche causate da tutti gli infortuni accorsi in azienda.

Il vantaggio della classificazione in oggetto è che fornisce informazioni sui fattori che determinano la dimensione dei costi; lo svantaggio è che non coglie appieno la complessità insita nella questione: ci sono voci di costo difficili da categorizzare, come ad esempio la paga dell'infortunato durante l'infortunio, che dipende sia dalla lunghezza dell'assenza sia da chi si infortuna, rendendo difficile capire se si tratta di un costo variabile o di disturbo.

COSTI INTERNI ED ESTERNI: con i primi si intendono i costi che l'azienda sostiene, con i secondi quelli che sono attribuiti all'attività dell'Impresa ma che non gravano sulla sua contabilità; alcuni costi infatti sono coperti dalla Società o da assicurazioni private, ad esempio le spese di ospedalizzazione, i danni a macchinari e lo stipendio dell'infortunato durante la sua assenza.

Questa classificazione identifica quali sono i costi sostenuti direttamente dalle aziende senza però dire nulla sulle loro caratteristiche. Oltre a questa mancanza bisogna considerare che l'appartenenza a una categoria o all'altra varia in base alla legislazione del paese e alla polizza di assicurazione.

COSTI LEGATI ALL'EVENTO E COSTI LEGATI ANCHE ALLA SITUAZIONE INFORTUNISTICA: i primi emergono come conseguenza di un singolo evento e la loro

dimensione dipende da alcuni elementi che lo caratterizzano: il tipo di danno subito dal lavoratore, il suo ruolo e le sue capacità, la durata dell'assenza, il danneggiamento di beni dell'azienda, ecc.; i secondi invece emergono nel lungo periodo e sono legati al quadro infortunistico generale che contraddistingue l'azienda: ad esempio i costi dovuti al calo del morale, dell'impegno e della motivazione dei lavoratori dipendono più dal peggioramento delle condizioni di lavoro che non dalle caratteristiche del singolo evento.

La realtà infortunistica dell'Impresa può essere rappresentata attraverso l'uso di alcuni indici:

- *indice di frequenza*: consiste nel rapporto tra il numero di infortuni e le ore lavorate;
- *indice di gravità*: consiste nel rapporto tra le ore di assenza dovute agli infortuni e le ore lavorate.

Questi indicatori vengono usati dall'INAIL (norma UNI 7249/2007) per mettere a confronto l'andamento degli infortuni tra aziende, indipendentemente da tipologia, attività svolta e dimensione, al fine di promuovere un approccio coerente per la descrizione del processo di gestione del rischio e promuovere l'utilizzo di una terminologia pertinente.

Come altre classificazioni anche questa non fa distinzioni su quali caratteristiche dell'infortunio influenzano la portata delle sue conseguenze.

COSTI TANGIBILI E INTANGIBILI: la suddivisione tra costi tangibili e intangibili è largamente usata per indicare che in certi casi è difficile attribuire un valore monetario alle ripercussioni di un incidente sul lavoro. Alcuni autori ne danno però una definizione che si sovrappone a quella data ad altre tipologie di costi: per esempio Butcher (2004) definisce i costi tangibili come visibili e diretti; questi appaiono in bilancio e sono facilmente identificabili; i costi intangibili sono invece considerati come invisibili e indiretti, ovvero costi reali che non hanno però un valore monetario assegnato, in quanto non calcolabili e soggettivi.

Una definizione più rigorosa è quella fornita da Pujol e Maroto, i quali considerano i costi tangibili come facili da quantificare e calcolabili in modo oggettivo, ne sono un esempio i costi dei materiali grezzi danneggiati e i costi di riparazione; al contrario gli autori ritengono i costi intangibili difficili da identificare e senza un valore contabile in quanto questo è governato da criteri soggettivi. Tuttavia, gli aspetti intangibili come la

motivazione dello staff, la fedeltà dei clienti e l'immagine dell'azienda sono importanti per il successo del business; la Figura 2.1 mostra appunto come le conseguenze intangibili dell'incidente incidano negativamente sulla competitività dell'azienda.

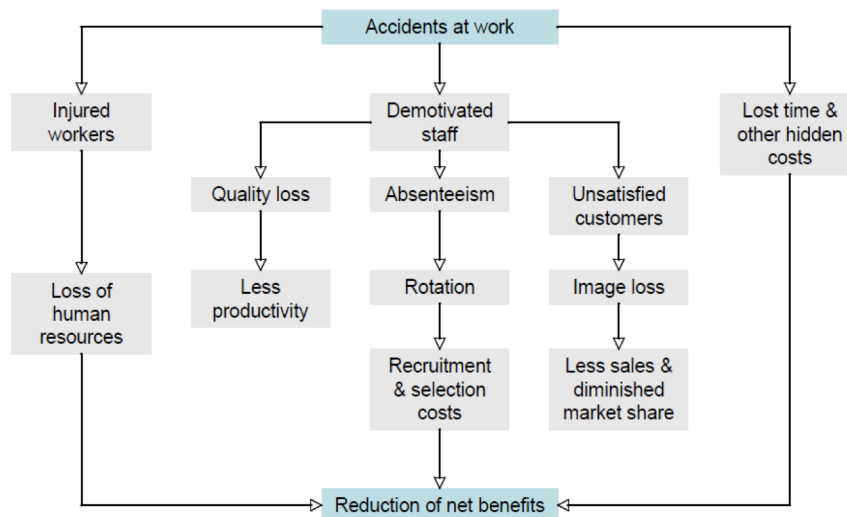


Figura 2.1: Riduzione dei profitti a causa dei costi intangibili (Pujol e Maroto)

Il pregio di tale classificazione è di sottolineare aspetti qualitativi spesso messi in secondo piano da altre classificazioni; il difetto è che alcuni costi, pur non essendo governati da fattori psicologici e soggettivi, sono difficili da isolare e quantificare, quindi non sono classificabili seguendo fedelmente la definizione data dagli autori.

COSTI VISIBILI E NASCOSTI: si suddividono in questo modo i costi registrati nella contabilità aziendale, quindi facili da isolare, identificare e quantificare (Corcoran, 2002), da quelli non chiaramente identificabili o non attribuibili direttamente all'incidente (Brody et al., 1990).

Questa classificazione ha il pregio di sottolineare l'importanza dei costi nascosti, spesso non considerati o sottovalutati dal management; Heinrich (1959) ha stimato che questi risultano quattro volte superiori a quelli visibili. Tuttavia, la distinzione tra voci di costo visibili e nascoste spesso viene sovrapposta a quella tra costi diretti e indiretti. Inoltre, la variabilità che caratterizza la contabilità aziendale rende difficile categorizzare in modo univoco i costi, in quanto una voce chiaramente registrata in un'azienda potrebbe non esserlo in un'altra.

La Tabella 2.3 riporta il riepilogo dei pregi e dei difetti delle varie classificazioni.

Classificazione	Descrizione	Pregi	Difetti
Costi assicurati e non assicurati	I primi sono i costi rimborsati dalle assicurazioni; i secondi sono quelli non coperti dalla polizza.	Nasce dalla critica alla suddivisione tra costi diretti e indiretti: rispetto a questi rimanda meglio l'idea che si tratta di un esborso.	La classificazione varia in base alla polizza e alle politiche sociali del governo.
Costi classificati per natura	Consiste nel classificare i costi in base alla causa che li genera.	Aumenta la chiarezza della trattazione.	Non dà informazioni sull'esborso di denaro.
Costi diretti e indiretti	I primi sono costi che possono essere direttamente allocati all'infortunio; i secondi sono invece i costi che incorrono a causa dell'incidente ma non possono essere associati in maniera immediata ad esso.	Fornisce un'informazione sulla relazione causale tra evento infortunistico e costo da esso generato.	- In letteratura sono presenti numerose definizioni non omogenee. - Non dà informazioni sull'esborso di denaro.
Costi fissi, variabili e di disturbo	I primi sono costi che insorgono per ogni evento infortunistico ma che non dipendono dalla durata dell'infortunio; i secondi sono costi che aumentano al crescere dei giorni di assenza dell'infortunato; i costi di disturbo dipendono dallo specifico incidente e dal ruolo e dalle competenze della persona infortunata.	Il vantaggio di questa classificazione è che fornisce informazioni sulla natura dei costi, soprattutto sui fattori che ne determinano la dimensione.	Alcuni costi sono difficili da categorizzare in base alle definizioni: ad esempio, ci sono costi che potrebbero essere sia variabili che di disturbo.
Costi interni ed esterni	Con i primi si intendono i costi che l'azienda deve sostenere e con i secondi i costi che sono attribuiti all'attività dell'Impresa ma che non gravano sulla sua contabilità.	Chiarisce quali costi effettivamente pesino sul bilancio aziendale.	- Non fornisce indicazioni sulle caratteristiche del costo. - Come i costi assicurati e non dipende anche dalla polizza stipulata e dalla legislazione del Paese.
Costi legati all'evento e costi legati anche alla situazione infortunistica	Distingue i costi che insorgono a causa di un infortunio sul lavoro da quelli che emergono nel lungo periodo come conseguenza del quadro infortunistico generale.	Chiarisce quali costi dipendano anche dalla situazione infortunistica generale dell'azienda.	Non fa distinzioni su quali caratteristiche dell'evento influenzano la dimensione del costo.
Costi tangibili e intangibili	I primi sono quantificabili facilmente e in maniera oggettiva; i secondi sono difficilmente quantificabili perché governati da criteri soggettivi.	- Fornisce indicazioni sulla stimabilità dei costi. - Tiene conto anche di aspetti qualitativi dei costi.	- Non sempre si riescono a classificare tutti i costi in base alle definizioni. - Le definizioni sono diverse e spesso sovrapposte a quelle di altre classificazioni.

Classificazione	Descrizione	Pregi	Difetti
Costi visibili e nascosti	I primi sono registrati nella contabilità aziendale, quindi facili da isolare, identificare e quantificare; i secondi sono difficilmente identificabili o non sono attribuiti direttamente all'incidente.	Sottolinea l'esistenza di costi che essendo difficili da identificare, pur gravando sull'azienda, non vengono considerati dal management.	- L'appartenenza a una categoria dipende dalla contabilità aziendale. - Spesso viene sovrapposta ad altre classificazioni.

Tabella 2.3: Pregi e difetti delle classificazioni

In Tabella 2.4 sono elencate le voci di costo classificate secondo i differenti criteri sopra riportati, sulla base delle sole indicazioni trovate in letteratura; poiché queste talvolta sono contrastanti è possibile trovare alcune voci categorizzate in modo opposto all'interno della stessa classificazione.

Legenda: **A**= Costo assicurato; **NA**= Costo non assicurato; **Dir**= Costo diretto; **Ind**= Costo indiretto; **F**= Costo fisso; **V**= Costo variabile; **D**= Costo di disturbo; **I**= Costo interno; **E**= Costo esterno; **SI**= Costo che dipende anche dalla situazione infortunistica; **Ev**= Costo che dipende dall'evento; **Tan**= Costo tangibile; **Int**= Costo intangibile; **Vis**= Costo visibile; **Nas**= Costo nascosto.

Denominazione	A	NA	Dir	Ind	F	V	D	I	E	SI	Ev	Tan	Int	Vis	Nas
C. amministrativi		✓		✓	✓	✓		✓			✓				✓
C. del turnover		✓		✓				✓		✓	✓		✓		✓
C. di comunicazione		✓		✓				✓			✓				✓
C. di prevenzione		✓		✓				✓		✓	✓				
C. di produzione		✓		✓		✓	✓	✓			✓	✓			✓
C. sanitari	✓	✓	✓					✓	✓		✓	✓		✓	
C. del premio assicurativo		✓	✓			✓		✓		✓	✓	✓		✓	
C. del tempo non produttivo dell'infortunato	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	
C. del tempo perso da altri operatori		✓		✓		✓		✓			✓		✓		✓
C. del tempo perso da supervisori e dirigenti		✓		✓	✓			✓			✓				✓
C. di follow-up		✓		✓	✓			✓			✓				✓
C. di reputazione		✓		✓				✓		✓	✓		✓		✓
C. di selezione e reclutamento		✓		✓		✓	✓	✓			✓				✓
C. legale		✓	✓	✓		✓		✓			✓	✓		✓	✓
C. per addestramento sostituto		✓		✓			✓	✓			✓				✓
C. per aumento del premio assicurativo		✓	✓	✓		✓		✓		✓	✓	✓		✓	✓
C. per cancellazione di ordini e pagamento penali		✓		✓				✓		✓	✓				
C. per danni ad attrezzature e macchinari	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓
C. per danni al prodotto	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓		✓	✓			✓

Legenda: **A**= Costo assicurato; **NA**= Costo non assicurato; **Dir**= Costo diretto; **Ind**= Costo indiretto; **F**= Costo fisso; **V**= Costo variabile; **D**= Costo di disturbo; **I**= Costo interno; **E**= Costo esterno; **SI**= Costo che dipende anche dalla situazione infortunistica; **Ev**= Costo che dipende dall'evento; **Tan**= Costo tangibile; **Int**= Costo intangibile; **Vis**= Costo visibile; **Nas**= Costo nascosto.

Denominazione	A	NA	Dir	Ind	F	V	D	I	E	SI	Ev	Tan	Int	Vis	Nas
C. per danni alle strutture		✓		✓				✓			✓	✓			✓
C. per danni materiali		✓	✓				✓	✓			✓	✓			✓
C. per diminuzione del morale dei dipendenti		✓		✓				✓		✓	✓		✓		✓
C. per investigazione incidente		✓		✓				✓	✓		✓				✓
C. per mancata produzione		✓		✓				✓			✓				
C. per multe e risarcimenti		✓	✓	✓				✓			✓	✓		✓	✓
C. per ridotta produttività del sostituto		✓		✓			✓	✓			✓				
C. per ridotta produttività dell'infortunato		✓		✓			✓	✓			✓				
C. per straordinari		✓		✓		✓		✓			✓	✓			✓

Tabella 2.4: Voci di costo classificate secondo la letteratura

Categorizzare le voci di costo secondo i criteri trovati in letteratura permette di avere una visione completa delle stesse; purtroppo però risulta evidente l'ambiguità della questione, non essendoci omogeneità nei criteri di attribuzione utilizzati dai diversi autori: alcuni categorizzano i costi usando criteri utilizzati da altri per diverse categorie di costo, ad esempio la definizione di costi indiretti di Head (1997) coincide con quella di costi nascosti, oppure la definizione di costi diretti di Gavius (2009) sembra coincidere con quella di costi assicurati. Ad aumentare la confusione vi è anche il fatto che molti costi sono inseriti in una categoria da alcuni autori e in quella opposta da altri: ad esempio i costi per danneggiamento di attrezzature vengono considerati diretti da alcuni (Sun et al., 2006; Gavius, 2009) e indiretti da altri (Dorman, 2000; Hinze, 1991; Head, 1997; Laufer, 1987; Leopold & Leonard, 1987).

Per rendere il quadro a cui si è giunti utile alla stima occorre andare oltre alle contraddizioni che lo caratterizzano.

2.4 Ridefinizione dei costi e classificazione per natura

Analizzando quanto riportato in letteratura a proposito dei costi degli infortuni risulta evidente che non c'è una visione comune sulla natura e sul contenuto delle varie voci; inoltre, mentre alcuni trattano le voci di costo singolarmente, altri considerano direttamente le categorie a cui queste appartengono per natura, per di più senza considerare tutte le voci che gli altri autori trattano a sé e riconducono a quelle categorie; ad esempio Rikhardsson



(2004b) parla della categoria costi amministrativi senza fare riferimento al costo per investigazione interna dell'incidente, trattato singolarmente e ricondotto a quella categoria da Miller (1997). È stato quindi ritenuto necessario ridefinire i costi identificati e classificarli in base alla loro natura, prendendo posizione sugli aspetti divergenti e dando così ordine alla moltitudine di definizioni e denominazioni citate dagli autori; la presa di posizione è stata effettuata analizzando singolarmente le descrizioni di ogni voce di costo, cercando di trarre indicazioni utili a darne una definizione coerente e a ricollocarle nella classificazione per natura.

Nell'Appendice A, che riporta le definizioni fedeli alla letteratura, sono presenti le seguenti categorie:

- Costi amministrativi;
- Costi assicurativi;
- Costi del turnover;
- Costi di comunicazione;
- Costi di prevenzione;
- Costi di produzione;
- Costi sanitari.

Queste non sono però sufficienti per classificare tutti i costi individuati: in letteratura le voci di costo vengono trattate in dettaglio senza tenere conto della necessità di avere delle categorie macroscopiche di costo che le racchiudano dal punto di vista della natura stessa; sono state quindi aggiunte le categorie seguenti:

- Costi di rimpiazzo;
- Costi giudiziari;
- Costi intangibili;
- Costi per danneggiamento a beni e proprietà.

A questo punto è possibile classificare tutte le voci ridefinite secondo la loro natura, in modo tale da giungere a un quadro coerente delle perdite economiche sostenute dalle Imprese a causa degli infortuni; la classificazione per natura delle voci ridefinite è di seguito riportata.

COSTI AMMINISTRATIVI: costi derivanti dalla gestione amministrativa degli infortuni; quando ci si imbatte in un infortunio è necessario svolgere delle procedure quali: gestione delle pratiche assicurative, registrazione interna di dati, compilazione di registri e statistiche sugli incidenti, creazione di report, investigazione sull'incidente, procedure amministrative formali sia per uso interno che per il governo, amministrazione delle paghe, e così via.

È possibile scomporre questa categoria nelle seguenti voci di costo:

- ***Costo del personale amministrativo:*** costo del tempo speso dal personale amministrativo per la gestione del caso. Voce di costo non considerata singolarmente dagli autori; è stato necessario introdurla in quanto rileva un aspetto dei costi amministrativi non assimilabile alle altre singole voci;
- ***Costo del tempo perso da supervisori e dirigenti:*** costo del tempo perso da supervisori e dirigenti per assistere il lavoratore infortunato, riprogrammare la produzione, assumere e addestrare sostituti, partecipare alle riunioni ed elaborare report;
- ***Costo per investigazione interna dell'incidente:*** costo del tempo speso dagli incaricati per investigare sulle cause dell'incidente; procedura necessaria per completare la documentazione amministrativa. È stato ritenuto opportuno trattare in una voce a parte il *costo per investigazione esterna dell'incidente* in quanto legato più alle conseguenze giuridiche dell'evento che alla sua gestione amministrativa.

Non viene considerata la seguente voce di costo associata ai costi amministrativi in letteratura:

- **Costo di follow-up:** costo del tempo speso per documentare l'incidente, identificare le cause e sviluppare azioni correttive. Voce di costo ridondante in quanto le sue componenti sono già incluse nel *costo per investigazione interna dell'incidente* e nei *costi di prevenzione*.

COSTI ASSICURATIVI: costi sostenuti dall'azienda per assicurare il proprio personale e i propri beni. Le voci che appartengono a questa categoria sono:

- **Costo del premio assicurativo:** costo sostenuto dall'azienda per stipulare assicurazioni con agenzie private e governative (INAIL) per tutelarsi contro le conseguenze degli infortuni;
- **Costo per aumento del premio assicurativo:** costo che consiste appunto nella crescita del premio assicurativo dovuta a uno o più infortuni. In questa prospettiva ciò che interessa è quanto il costo aumenta rispetto a un determinato campione di eventi, non quanto l'azienda paga in totale per tutelarsi dalle conseguenze degli infortuni;

In sostanza le due voci valutano lo stesso oggetto da due punti di vista differenti: ciascuna dice qualcosa su quanto l'Impresa paga per le assicurazioni; questo potrebbe però essere fonte di confusione ed errori, perciò d'ora in avanti si parlerà dei *costi assicurativi* con l'accezione di *costo per l'aumento del premio assicurativo*; si è scelto di utilizzare questa voce poiché evidenzia il nesso causale tra infortuni ed esborso: i *costi assicurativi* vengono comunque sostenuti anche in assenza di incidenti; ciò che qui interessa è quanto varino in funzione degli eventi attesi.

COSTI DEL TURNOVER: condizioni di lavoro non accettabili causano un elevato turnover, implicando dei costi di gestione e di rimpiazzo. In questa voce si considera solo il personale da sostituire in seguito ad un abbandono volontario dovuto alla situazione infortunistica grave.

COSTI DI COMUNICAZIONE: costo che comprende sia comunicazioni formali relative agli infortuni a dipendenti, al personale e alla direzione, sia comunicazioni informali tra dipendenti.

COSTI DI PREVENZIONE: costi per introdurre misure di sicurezza, inserire nuove procedure e svolgere corsi e addestramento per prevenire incidenti.

Lo scopo del presente lavoro è fornire al management informazioni utili a valutare la convenienza di investimenti nel campo della sicurezza e della salute, quindi in termini di prevenzione e protezione; in quest'ottica la prevenzione è un esborso di capitale che, pur pesando sulla contabilità aziendale, ha un effetto positivo a medio-lungo termine; siccome non è coerente inserire tale costo tra gli effetti negativi degli infortuni, viene escluso dalle analisi successive.

COSTI DI PRODUZIONE: costi generati da una mancata produzione da parte degli infortunati e degli altri operatori coinvolti nell'incidente; ai danni conseguenti la diminuzione della produzione occorre sommare le paghe corrisposte ai dipendenti non produttivi. Comprende:

- ***Costo del tempo non produttivo dell'infortunato:*** paga corrisposta all'infortunato nel periodo dell'infortunio non indennizzato da INAIL; può comprendere integrazioni della paga se sono previste dalla politica aziendale;
- ***Costo del tempo perso da altri operatori:*** costo del tempo non produttivo di altri operatori che accorrono per prestare soccorso o che sono distratti dall'evento;
- ***Costo di mancata produzione:*** costo dovuto al rallentamento del lavoro causato dall'infortunio; questa voce rappresenta il costo legato al fermo della produzione che si verifica nel momento in cui un dipendente viene coinvolto in un incidente.
- ***Costo per cancellazione di ordini e pagamento penali:*** il calo della produzione può portare all'impossibilità di completare gli ordinativi nei tempi previsti; ciò comporta il pagamento di penali e la perdita di bonus. Di fatto si tratta di un mancato guadagno in quanto il cliente danneggiato può cancellare il contratto o pretendere prezzi più bassi;
- ***Costo per scioperi:*** voce di costo non trattata a sé in letteratura, ma associata al *costo per diminuzione del morale dei dipendenti*; poiché gli effetti dello sciopero agiscono sull'attività produttiva dell'Impresa, si preferisce categorizzare tale costo nei *costi di produzione*.
- ***Costo per ridotta produttività dell'infortunato:*** il datore di lavoro perde produttività quando un dipendente lavora al di sotto delle sue capacità o è assegnato

ad attività meno impegnative a causa dell'infortunio; questo genera un costo per l'Impresa perché la quantità di output prodotta sarà inferiore a quella relativa alle precedenti condizioni di lavoro;

- **Costo per straordinari:** per recuperare la produzione persa a causa dell'infortunio l'azienda potrebbe ricorrere a ore di lavoro straordinarie, maggiorate rispetto alla retribuzione oraria regolare.

COSTI DI RIMPIAZZO: categoria di costo che è stata introdotta per rappresentare globalmente le spese da sostenere per sostituire il personale assente per infortunio. Comprende le seguenti voci:

- **Costo di selezione e reclutamento:** la ricerca e la selezione di nuove risorse umane da assumere temporaneamente o permanentemente per rimpiazzare vittime di incidenti sul lavoro richiede personale, tempo, pubblicità e costi di gestione. Per le posizioni che implicano abilità maggiori potrebbe essere necessario assumere qualcuno in una posizione più bassa e spostare diversi lavoratori in alto per il tempo necessario;
- **Costo per addestramento sostituto:** costo da sostenere per fornire al nuovo assunto istruzioni e informazioni che gli consentano di svolgere le proprie mansioni in modo corretto ed efficiente;
- **Costo per ridotta produttività del sostituto:** mancato guadagno dell'azienda causato dal fatto che il nuovo assunto ha bisogno di un certo periodo di tempo per raggiungere la piena produttività a causa della scarsa esperienza.

COSTI GIUDIZIARI: costi sostenuti dall'azienda per difendersi da accuse di responsabilità che, qualora le venisse attribuita, comporterebbe il risarcimento dei danni all'infortunato. Il costo è dato dalla somma di queste voci:

- **Costo legale:** spese per sostenere procedimenti legali, per difendersi da eventuali accuse di negligenza e cause intentate dall'infortunato;
- **Costo per investigazione esterna dell'incidente:** costo in cui si incorre ogniqualvolta si renda necessaria l'investigazione da parte di enti governativi o assicurativi; ciò accade generalmente per gli infortuni più gravi;

- ***Costo per multe e risarcimenti:*** costo che insorge conseguentemente alla provata responsabilità nell'aver causato un incidente sul lavoro: se l'incidente è dovuto a violazioni delle procedure di sicurezza o a un mancato rispetto delle leggi, l'organizzazione può essere esposta a multe e richieste di risarcimento da parte delle autorità.

COSTI INTANGIBILI: costi non misurabili in quanto legati a una dimensione psicologica. Categoria costituita dalle seguenti voci:

- ***Costo di reputazione:*** danni alla reputazione aziendale possono sfociare in un dirottamento di clienti verso concorrenti competitivi. Si tratta di un mancato guadagno causato dall'identificazione del nome dell'azienda con una grave situazione infortunistica;
- ***Costo per diminuzione del morale dei dipendenti:*** un incidente può colpire il morale, l'impegno e la motivazione dei lavoratori, cambiando la percezione del rischio associata al proprio lavoro; i possibili effetti sono un calo di produttività (in termini non solo quantitativi, ma anche qualitativi), assenze dal lavoro, ritardi e un maggiore turnover; inoltre, i dipendenti potrebbero richiedere aumenti salariali a causa della pericolosità del luogo di lavoro.

COSTI PER DANNEGGIAMENTO A BENI E PROPRIETÀ: nell'incidente che porta all'infortunio possono essere danneggiati vari beni dell'azienda; i danni possono riguardare materiali, prodotti, attrezzature, macchinari e strutture. In letteratura è stata trovata la categoria ***costo per danni materiali*** (Gavious 2009; Leigh et al., 2001, 2006; Monnery, 1998) che comprende i danni a prodotti, attrezzature e materiali; è stato ritenuto opportuno scomporla in quanto altri autori considerano singolarmente le voci in essa contenute. Pertanto, la categoria comprende:

- ***Costo per danni a materiali:*** costo per sostituire materiali grezzi e materiali ausiliari, resi inservibili dall'incidente;
- ***Costo per danni al prodotto:*** costo dovuto al danneggiamento di prodotti conseguentemente all'incidente; comprende i prodotti da scartare e da rilavorare, i danni a prodotti intermedi e finiti;
- ***Costo per danni ad attrezzature e macchinari:*** costi per sostituire o riparare

attrezzature e macchinari; bisogna considerare anche il tempo per ordinare, trasportare e testare i nuovi macchinari;

- **Costo per danni alle strutture:** costi per riparare strutture danneggiate nell'incidente;

COSTI SANITARI: le spese che compongono questa voce riguardano il materiale utilizzato per il primo soccorso, il materiale sanitario reso inutilizzabile dopo l'incidente, l'eventuale pulizia (per prevenire infezioni da sostanze organiche), il trasporto al pronto soccorso (bisogna considerare anche il tempo speso e non solo il carburante e il mezzo) e il tempo occorso per fornire le cure mediche. Di fatto la maggior parte dei costi sanitari è pagata attraverso il premio assicurativo; quindi le spese per l'ospedalizzazione, le medicine, la riabilitazione e le spese secondarie legate all'infortunio sono coperte in gran parte da INAIL e assicurazioni private.

In Tabella 2.5 si riporta la classificazione per natura delle voci di costo ridefinite.

Categoria di costo	Voce di costo
<i>COSTI AMMINISTRATIVI</i>	<i>Costo del personale amministrativo</i>
	<i>Costo del tempo perso da supervisori e dirigenti</i>
	<i>Costo per investigazione interna dell'incidente</i>
<i>COSTI ASSICURATIVI</i>	<i>Costi assicurativi</i>
<i>COSTI DEL TURNOVER</i>	<i>Costi del turnover</i>
<i>COSTI DI COMUNICAZIONE</i>	<i>Costi di comunicazione</i>
<i>COSTI DI PRODUZIONE</i>	<i>Costo del tempo non produttivo dell'infortunato</i>
	<i>Costo del tempo perso da altri operatori</i>
	<i>Costo di mancata produzione</i>
	<i>Costo per cancellazione di ordini e pagamenti penali</i>
	<i>Costo per ridotta produttività dell'infortunato</i>
	<i>Costo per scioperi</i>
<i>COSTI DI RIMPIAZZO</i>	<i>Costo per straordinari</i>
	<i>Costo di selezione e reclutamento</i>
	<i>Costo per addestramento sostituto</i>
<i>COSTI GIUDIZIARI</i>	<i>Costo per ridotta produttività del sostituto</i>
	<i>Costo legale</i>
	<i>Costo per investigazione esterna dell'incidente</i>
	<i>Costo per multe e risarcimenti</i>

Categoria di costo	Voce di costo
<i>COSTI INTANGIBILI</i>	<i>Costo di reputazione</i> <i>Costo per diminuzione del morale dei dipendenti</i>
<i>COSTI PER DANNEGGIAMENTO A BENI E PROPRIETÀ</i>	<i>Costo per danni a materiali</i> <i>Costo per danni al prodotto</i> <i>Costo per danni ad attrezzature e macchinari</i> <i>Costo per danni alle strutture</i>
<i>COSTI SANITARI</i>	<i>Costi sanitari</i>

Tabella 2.5: Classificazione per natura

La ridefinizione e la classificazione per natura consentono di delineare un quadro completo e coerente dei costi generati dagli infortuni. A questo punto bisogna cercare di capire come stimare il loro valore; in letteratura sono stati utilizzati diversi approcci per risolvere questo problema, i quali verranno presentati nel prossimo paragrafo.

2.5 Approcci e metodi di quantificazione del costo della non sicurezza

In relazione alla stima dei costi, un'importante riflessione va fatta in merito ai dati disponibili per poterla effettuare: in base alle modalità di raccolta, infatti, è possibile ottenere stime più o meno accurate dei costi che gravano sull'Impresa. Così, un recente studio (Jallon, 2011) mette in luce tre differenti approcci (Figura 2.2) che possono essere adottati nella fase di raccolta dati, ciascuno dei quali ha elementi di forza e di debolezza:

- *Top Down approach* (approccio dall'alto verso il basso): utilizza dati nazionali, statistiche o risultati di altri studi per derivare stime del valore medio del costo dovuto ad un singolo incidente;
- *Bottom Up approach* (approccio dal basso verso l'alto): fa riferimento a dati raccolti ad hoc, come risultati di sondaggi e interviste condotte nelle singole organizzazioni, per ottenere una stima del costo medio di un infortunio di un certo tipo o relativo ad uno specifico settore industriale;
- *Local approach* (approccio locale): si basa sulla raccolta di dati sito-specifici o caso-specifici, ossia reperibili nella singola azienda o riferibili al singolo caso, che permettono di dare un valore quantitativo estremamente puntuale a ciascun infortunio.

Gli studi che si basano su un approccio di tipo top-down utilizzano dati molto aggregati per stimare il costo di un “incidente medio”: su questa tipologia di studi l’attendibilità dei risultati ottenuti potrebbe essere motivo di discussione.

L’approccio bottom-up permette di ottenere delle stime quantitative che godono di un livello di specificità maggiore rispetto al precedente, fornendo dati più indicativi per le aziende; necessita però di dati specifici che riguardano un limitato campione di infortuni professionali relativi ad un particolare settore di attività o ad una certa tipologia di incidente; questi dati vengono poi elaborati per stimare un costo medio degli eventi considerati. Il limite di questo approccio sta nella difficoltà di reperire nelle aziende dati precisi e nel fatto che ogni singola realtà presenta costi specifici per il proprio caso, che potrebbero differire dal costo medio stimato.

L’approccio locale porta senz’altro a valutazioni più accurate, fornendo delle schede, tabelle di raccolta dati o linee guida che permettono una valutazione che è quasi unica, riferendosi in particolare al contesto in cui l’incidente avviene e al tipo di incidente occorso. La maggiore puntualizzazione dei costi stimati si paga tuttavia con una notevole difficoltà nel reperire le informazioni necessarie, in quanto esse devono essere estremamente dettagliate e riferirsi al singolo caso di infortunio.

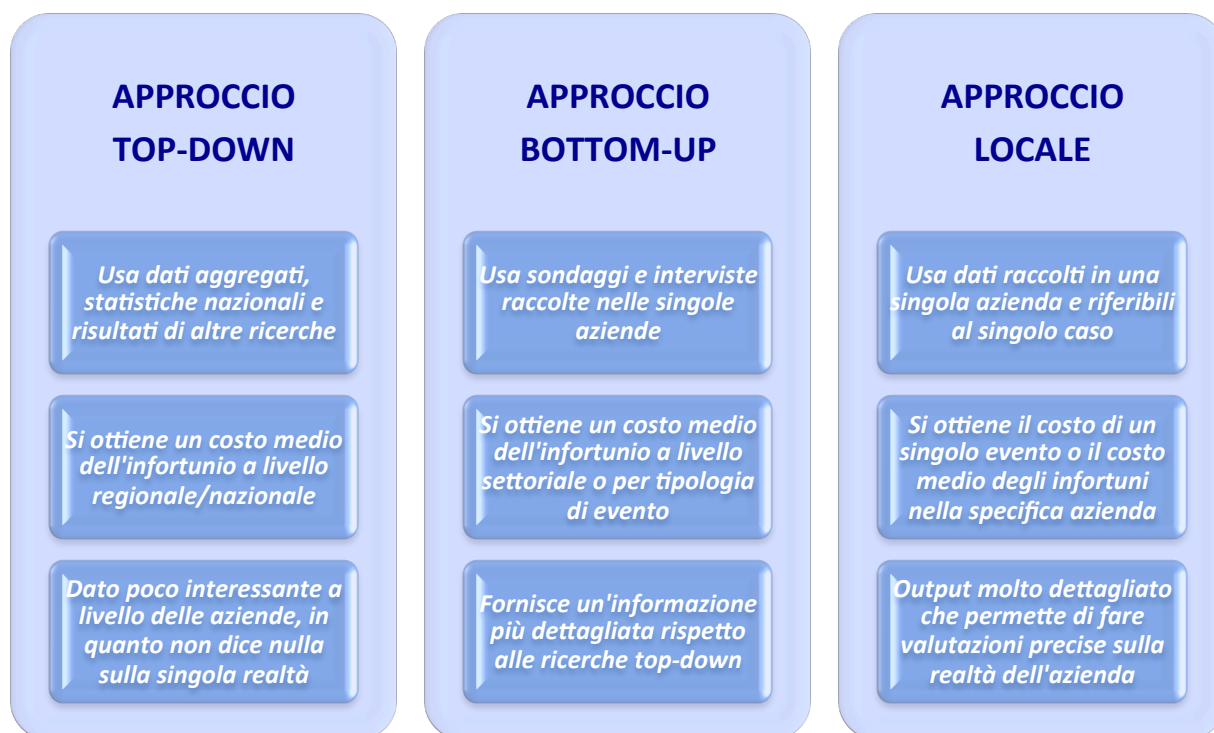


Figura 2.2: I diversi approcci nella raccolta dati

Per gli approcci descritti verranno presentate delle ricerche di riferimento.

Approccio top down

Estimating the Costs of Injury to U.S. Employers – Miller, 1997

In questa ricerca vengono stimati i costi degli infortuni professionali, sostenuti dai datori di lavoro, che coinvolgono veicoli a motore. La scelta del particolare campo di indagine scaturisce dai risultati di un precedente lavoro dello stesso autore (Miller & Galbraith, 1995), in cui risulta che il costo medio per questi particolari eventi è 6 volte superiore rispetto al costo medio di un generico infortunio sul lavoro.

L'autore utilizza dati di spesa nazionali per effettuare la stima; quando i dati risultano insufficienti per calcolare una determinata componente dei costi, piuttosto che escluderla dall'indagine, vengono fatte delle assunzioni per valutarne il possibile ordine di grandezza. La robustezza della stima è assicurata dal fatto che tali assunzioni sono supportate dai risultati di ricerche precedenti.

I risultati mostrano che ogni infortunio professionale che coinvolge veicoli a motore costa in media \$1400 (valuta U.S.A. del 1990) al datore di lavoro, per un totale di \$45 miliardi l'anno.

Economic Burden of Occupational Injury and Illness in the United States – Leigh, 2011

L'autore fornisce stime sul numero e sul costo di infortuni e malattie professionali negli Stati Uniti per l'anno 2007. Differentemente dalla ricerca precedente l'attenzione non è focalizzata sui costi sostenuti dalle Imprese, ma riguarda i costi sostenuti dall'infortunato, dalla Società e dallo Stato; si è deciso di citare ugualmente questo lavoro perché rappresentativo di molte ricerche che indagano i costi degli infortuni e delle malattie professionali in una prospettiva top-down.

I costi considerati si dividono essenzialmente in due categorie:

- I costi sanitari, come ad esempio spese che riguardano l'ospedalizzazione, i medici, gli infermieri a domicilio, le visite specialistiche e i farmaci; si tratta di costi sostenuti in buona parte da assicurazioni e dallo Stato;
- I costi indiretti, ovvero costi che riguardano la produttività casalinga, mancati guadagni e benefit secondari.

La stima dei costi viene fatta incrociando dati primari e secondari con parametri provenienti dalla letteratura e assunzioni modellistiche: i dati primari provengono dal U.S. Bureau of Labor Statistics, dal Centers for Disease Control and Prevention e dal National Council on Compensation Insurance and the Healthcare Cost and Utilization Project; le fonti secondarie sono il National Academy of Social Insurance, stime precedenti trovate in letteratura e stime nazionali dei costi generali per la salute; inoltre, vengono fatte delle assunzioni per integrare dati mancanti o considerati sottostimati, come ad esempio per compensare gli eventi che non vengono denunciati.

Quindi, incrociando e analizzando tutte queste informazioni è possibile arrivare a conoscere il costo medio di un caso di malattia professionale o di infortunio sul lavoro negli Stati Uniti per l'anno 2007.

Approccio bottom up

Construction safety: economics, information and management involvement – Laufer, 1987

Per risvegliare l'attenzione degli alti dirigenti delle compagnie di costruzioni operanti in Israele sui temi della sicurezza, l'autore si prefigge l'obiettivo di dimostrare che i costi degli infortuni nel settore, soprattutto i costi indiretti, sono molto alti.

Viene preso in considerazione un campione di 210 incidenti; il costo di tali eventi viene determinato attraverso interviste dettagliate con 50 responsabili dei siti di costruzioni nei quali sono avvenuti gli infortuni, interviste complementari con altri funzionari delle Imprese e delle compagnie di assicurazione, studio dei dati registrati e conduzione di osservazioni dirette dopo che è avvenuto l'incidente.

Costs of construction accidents to employers – Leopold & Leonard, 1987

Lo scopo primario della presente ricerca è di stimare i costi degli infortuni sul lavoro per quanto riguarda l'industria delle costruzioni. Come riferimento viene usato un campione di 2100 incidenti, suddivisi in base alla severità, accorsi in questo specifico ambito.

Gli autori sottopongono un questionario ai datori di lavoro e alle persone infortunate, selezionando il campione in modo da rappresentare tutti i settori lavorativi presenti nel campo delle costruzioni e tutte le aree geografiche della Gran Bretagna. Lo strumento indaga quali sono i costi diretti, misurati come esborso di denaro, e quali gli indiretti, misurati prima in termini di tempo lavorativo perso poi trasformati in valori economici.

Con questa metodologia si ottiene il costo medio per infortunio all'interno del campo delle costruzioni.

Approccio locale

Analysis of accident cost and comparison with available research – Osterhaudt, 2002

Osterhaudt, partendo da un'attenta analisi della letteratura, si prefigge come obiettivo quello di quantificare il costo di uno specifico infortunio sul lavoro: si tratta dello studio di un singolo evento che permette di avere informazioni molto dettagliate sui costi conseguenti all'incidente; per ottenere questi dati l'autore ricorre a numerose interviste con le persone coinvolte, come l'infortunato, il datore di lavoro, il responsabile delle risorse umane dell'azienda, il personale del pronto intervento e della clinica dove è stata effettuata la riabilitazione; laddove non sia possibile ricavare dati diretti sul costo dello specifico incidente, ad esempio per questioni di riservatezza, vengono chieste informazioni generiche che possono indicare indirettamente il costo per il caso in esame.

Con questa procedura si ricavano i costi diretti e indiretti legati all'infortunio, sostenuti dall'Impresa e dalla Società.

Computer Aided Calculation of Accident Costs – Aaltonen & Miettinen, 1997

In questo articolo viene presentato il software per il calcolo dei costi degli infortuni "TATU-Safety Information System for company use" basato sul "accident consequence tree" (Aaltonen et al., 1996), un metodo attraverso il quale identificare tutte le conseguenze di un incidente sul posto di lavoro. L'albero delle conseguenze dell'incidente ha un totale di 128 rami, ognuno dei quali rappresenta una conseguenza dell'infortunio: 30 di queste ricadono sull'individuo infortunato, 28 sulla società e 70 sull'azienda.

Il sistema computerizzato di calcolo dei costi funziona in 4 fasi:

- Identificazione delle circostanze dell'incidente;
- Valutazione delle conseguenze;
- Assegnazione di un valore economico alle conseguenze non esprimibili direttamente in termini di esborso di denaro;
- Calcolo dei costi.

In sostanza, per arrivare a definire il costo dell'infortunio occorre analizzare attentamente tutte le sue possibili conseguenze e per ciascuna di esse ricavare un valore monetario tramite cui calcolare la spesa totale generata dall'evento.

La presente ricerca si avvale dell'approccio locale poiché permette di fare analisi specifiche per la singola realtà imprenditoriale; come detto precedentemente verranno utilizzati dati facilmente riscontrabili in qualsiasi azienda, andando così oltre al principale limite che caratterizza tale approccio.

2.6 Critica alla letteratura

I metodi di calcolo dei costi degli infortuni presentati in questo capitolo poco si addicono alle esigenze delle aziende: sono poco indicativi della situazione della singola realtà o richiedono dati specifici difficili da reperire.

Le PMI si trovano poi in una situazione particolare: le aziende appartenenti a questa categoria hanno generalmente pochi incidenti a cui fare riferimento, anzi, bisogna anche considerare il caso in cui non ve ne siano proprio stati; la bassa frequenza di infortuni rende lo storico una fonte di informazioni scarsa e potenzialmente fuorviante: essendoci pochi casi a cui fare riferimento, basterebbe anche solo un nuovo evento dalla portata significativamente differente rispetto a quella degli incidenti avvenuti in passato a stravolgere le valutazioni fatte in precedenza. L'inaffidabilità dello storico è ulteriormente aggravata dal fatto che nelle PMI sembra esserci un maggior tasso di omesse denunce rispetto alle grandi aziende.

Va anche considerato che, rispetto a queste ultime, le risorse umane e finanziarie sono più limitate: spesso il proprietario è l'unica persona che si occupa delle questioni relative alla salute e alla sicurezza, ed è solo uno dei tanti compiti che deve svolgere per la sua azienda; la limitata disponibilità di risorse porta poi a tracciare solo le informazioni strettamente necessarie, quindi un metodo di calcolo dei costi della non sicurezza che richiede un eccessivo numero di informazioni risulta ancora più difficilmente applicabile in questo contesto. Nello schema concettuale della presente ricerca il fatto che per le PMI sia particolarmente difficile stimare i costi della non sicurezza costituisce il cuore del problema (Figura 2.3).

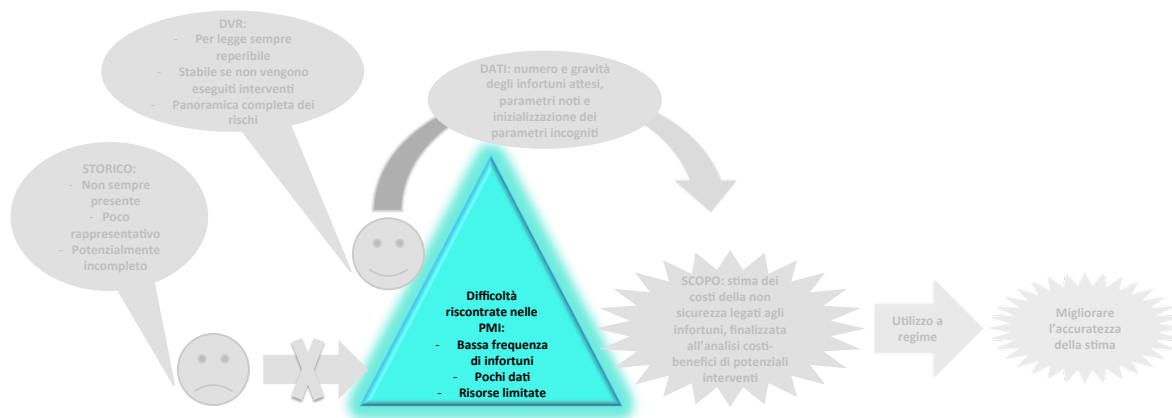


Figura 2.3: Schema concettuale – il cuore del problema

Quindi, per le aziende, e in particolare per le PMI, è necessario uno strumento che permetta di capire il reale impatto che gli infortuni hanno o potrebbero avere sulla propria economia, uno strumento di facile applicazione e lettura, che non richieda un eccessivo impegno e che funzioni con i pochi dati presenti, o facilmente ricavabili, in qualsiasi azienda. Dalla ricerca effettuata nella letteratura non emergono metodi di calcolo dei costi della non sicurezza che abbiano tutti questi requisiti; in particolare, la quasi totalità di essi fa riferimento a uno storico che, come si è visto, costituisce una base poco stabile per fare una stima dei costi della non sicurezza nelle PMI (Figura 2.4).



Figura 2.4: Motivazioni che rendono lo storico non adatto alle caratteristiche delle PMI

3 Il Modello

Questo capitolo argomenta le fasi di delineazione del modello di stima e si suddivide essenzialmente in tre parti:

nella prima parte viene spiegato come sia necessaria una nuova visione per far fronte alle problematiche e alle necessità delle aziende, in particolare di quelle di piccole e medie dimensioni;

nella seconda parte si delineano gli step che portano alla definizione di un metodo di stima semplice ma accurato, che permetta di ottimizzare le risorse delle aziende;

nella terza e ultima parte viene esposto il processo di applicazione del metodo, che fornisce informazioni utili alle aziende senza richiedere un impegno eccessivo.

Visione

Metodo

Processo

Dal capitolo precedente risulta evidente che i metodi di quantificazione dei costi della non sicurezza presenti in letteratura non sono applicabili a tutte le aziende. In particolare, le PMI necessitano di uno strumento semplice, facilmente applicabile e di rapido utilizzo; ovviamente, un tale strumento sarebbe più interessante e agevole da usare anche per le grandi aziende. Inoltre lo storico, riferimento tradizionale nella ricerca sull'analisi dei costi degli infortuni, si rivela poco efficace data la sua inconsistenza e instabilità in realtà con una bassa frequenza di eventi.

Si rende perciò necessario **un cambio di prospettiva, una nuova visione** da cui inquadrare il problema. Come si vedrà in questo capitolo il DVR rappresenta la base per costruire un metodo di stima dei costi della non sicurezza che sia applicabile con successo anche nelle PMI. Nello schema concettuale della presente ricerca l'uso del DVR consente la svolta rispetto all'approccio classico di stima dei costi della non sicurezza (Figura 3.1).

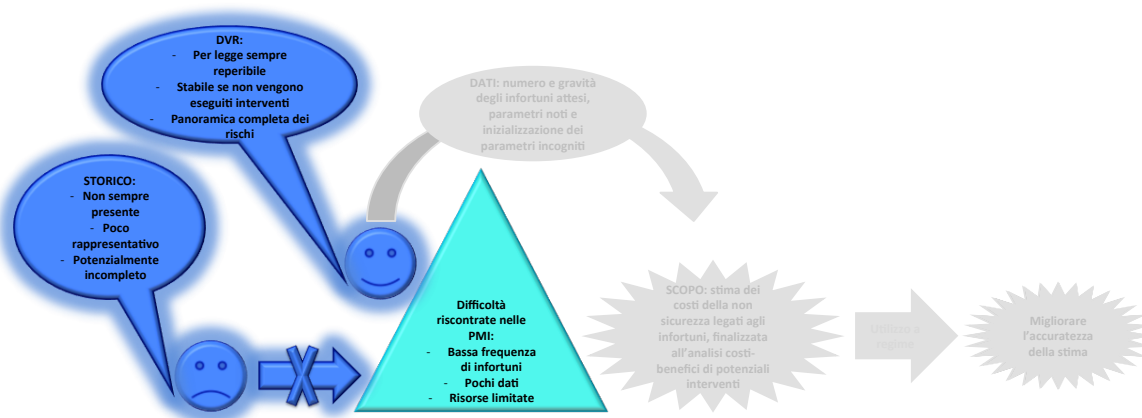


Figura 3.1: Schema concettuale – una nuova visione

Nel seguito verranno quindi descritti i passaggi che portano all'elaborazione di un modello che possa rispondere alle esigenze delle Imprese.

3.1 Una nuova visione: dall'ex post all'ex ante

La gran parte dei metodi descritti in letteratura si pone come obiettivo la quantificazione dei costi riconducibili agli infortuni, sostenuti in passato dalle aziende. In sostanza, si utilizza una visione “ex post”, per cui si cerca di dare un valore economico alle conseguenze generate dall'infortunio una volta accaduto e di capire cosa influenza tale valore; ciò implica la necessità di avere uno storico a cui fare riferimento. **Il passaggio a**

una visione “ex ante” offre la possibilità di definire un metodo di stima adattabile a qualsiasi azienda, un metodo che non richiede l’esistenza di uno storico consistente ed affidabile sul quale quantificare i costi della non sicurezza. In pratica, tale prospettiva prevede di stimare i costi che si andranno a sostenere a fronte degli infortuni attesi, data la configurazione attuale dell’impresa.

Pertanto, il cambio di visione rende necessario definire il valore delle variabili: mentre nell’ex post si lavora su un numero definito di eventi infortunistici di una certa entità, determinato dallo storico o dal disegno di ricerca, nell’ex ante bisogna valutare quanti infortuni è ragionevole attendersi e quale sia la loro potenziale gravità.

Resta quindi da capire dove sia possibile reperire le informazioni necessarie per applicare questo approccio originale; mentre quello tradizionale trova nello storico la fonte principale di dati, quello che viene presentato fa riferimento al Documento di Valutazione dei Rischi: le variabili infatti possono essere associate al rischio presente in azienda, definito come il prodotto tra la probabilità dell’accorrere di un infortunio (il numero di eventi) e l’entità del danno (la durata dell’assenza).

3.1.1 Il Documento di Valutazione dei Rischi

Il DVR è una relazione obbligatoria che deve essere presente all'interno del luogo di lavoro e deve risultare disponibile per un eventuale esame da parte degli organi di controllo; la sua funzione consiste nell’individuare i rischi presenti nell'ambiente lavorativo che possono causare un danno alla salute, come ad esempio l'utilizzo di macchinari o di sostanze tossiche. Tale documento predispone e suggerisce le misure adeguate a prevenire e controllare i rischi individuati, come la manutenzione periodica degli impianti e delle attrezzature o la predisposizione di un programma di intervento, allo scopo di ridurli nel tempo e aumentare i livelli di sicurezza; inoltre, specifica come tutti i lavoratori debbano essere muniti dei mezzi idonei alla prevenzione, come dispositivi di protezione individuale (caschi, scarpe antinfortunistiche...), informazioni e addestramento.

Nel DVR sono indicate le mansioni svolte dal personale dell’azienda e le attività che le caratterizzano; per ciascuna attività vengono individuati i possibili rischi che possono portare a un infortunio o a una malattia professionale: a ognuno di essi è assegnato un grado di probabilità e severità del danno dal Responsabile del Servizio Prevenzione e Protezione (RSPP). La scala della probabilità (P) si basa su tre fattori: causalità più o meno

diretta tra rischio e danno, esistenza di episodi precedenti e il fatto che l'evento sia più o meno atteso. La scala del danno (D) si basa sulla gravità e sulla reversibilità degli effetti. In Tabella 3.1 e Tabella 3.2 si riporta un esempio delle scale di valutazione contenute nel DVR.

Scala di valutazione della Probabilità (P)	
Livello 4 = altamente probabile	- Esiste una correlazione diretta tra la mancanza rilevata ed il verificarsi del danno ipotizzato per i lavoratori; - Si sono già verificati danni per la stessa mancanza rilevata in situazioni simili; - Il verificarsi del danno alla mancanza rilevata non susciterebbe alcun stupore.
Livello 3 = probabile	- La mancanza rilevata può provocare un danno anche se non in modo automatico o diretto; - Già noto, all'interno dell'unità produttiva, qualche episodio in cui la mancanza rilevata ha fatto seguito a un danno; - Il verificarsi del danno ipotizzato, susciterebbe una moderata sorpresa.
Livello 2 = poco probabile	- La mancanza rilevata può provocare un danno solo in circostanze sfortunate di eventi; - Sono noti solo rarissimi episodi già verificatisi; - Il verificarsi del danno ipotizzato, susciterebbe grande sorpresa.
Livello 1 = improbabile	- La mancanza rilevata può provocare un danno per la concomitanza di più eventi poco probabili e indipendenti; - Non sono noti episodi già verificatisi; - Il verificarsi del danno ipotizzato, susciterebbe incredulità.

Tabella 3.1: Esempio di scala di valutazione della probabilità di accadimento

Scala di valutazione del Danno (D)	
Livello 4 = gravissimo	- Infortunio o episodio di esposizione acuta con effetti letali o di invalidità totale; - Esposizione cronica con effetti letali e/o totalmente invalidanti.
Livello 3 = grave	- Infortunio o episodio di esposizione acuta con effetti di invalidità parziale; - Esposizione cronica con effetti irreversibili e/o parzialmente invalidanti.
Livello 2 = medio	- Infortunio o episodio di esposizione acuta con effetti di inabilità reversibile; - Esposizione cronica con effetti reversibili.
Livello 1 = lieve	- Infortunio o episodio di esposizione acuta con effetti di inabilità rapidamente reversibile; - Esposizione cronica con effetti rapidamente reversibili.

Tabella 3.2: Esempio di scala di valutazione dell'entità del danno

Conoscendo il valore di P e D è possibile quantificare il rischio (R) applicando la seguente formula:

$$R = P * D$$

A questo punto, collocando i rischi attesi all'interno di una matrice probabilità/danno (Figura 3.2), è possibile valutare le priorità di intervento, laddove l'entità del rischio sia ritenuta non accettabile.

	P1	P2	P3	P4	
D1	1	2	3	4	1-3: Rischio Basso
D2	2	4	6	8	4-6: Rischio Medio
D3	3	6	9	12	8-16: Rischio Alto
D4	4	8	12	16	

Figura 3.2: Matrice di valutazione del rischio

La Figura 3.3 mostra il procedimento di stesura del DVR.

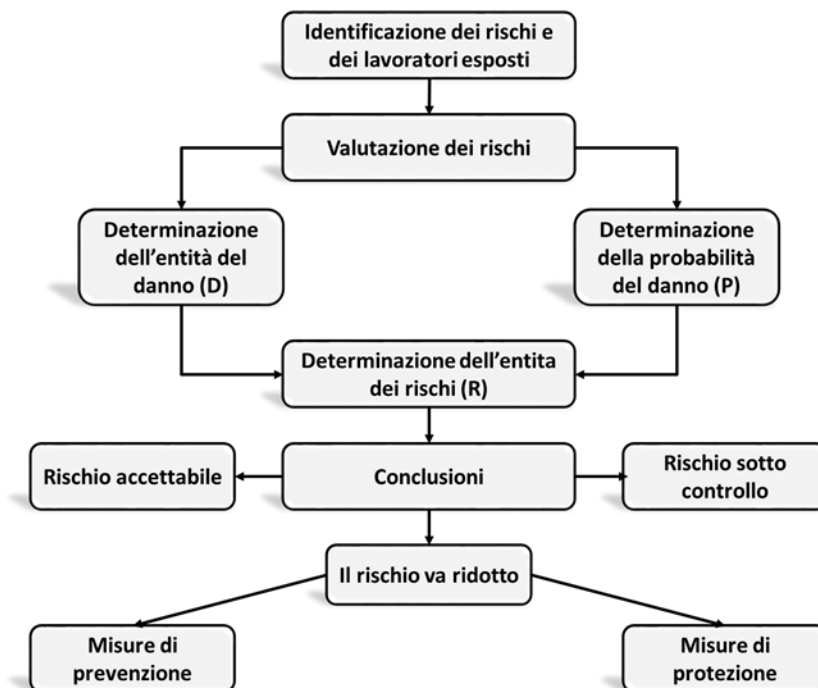


Figura 3.3: Procedimento di stesura del DVR

3.1.2 Utilizzo del DVR per la stima dei costi della non sicurezza

Attraverso il DVR, che come già detto ogni azienda è tenuta a redigere, è possibile determinare il numero e la gravità degli infortuni che ci si può attendere data la distribuzione del rischio.

In particolare, il DVR riporta i rischi associati a ciascuna attività costituente la mansione; da esso è quindi possibile capire quali risultano essere le “più pericolose”: la rischiosità della mansione viene determinata calcolando il rischio medio pesato sul tempo di esposizione dell’operatore ai rischi associati alle attività che deve svolgere. Per conoscere i

relativi tempi di esposizione, le attività di ogni mansione vengono suddivise in primarie e secondarie: al RSPP o all'interlocutore dell'azienda viene chiesto il tempo in cui l'operatore è occupato in ciascuna attività primaria; il tempo rimanente è distribuito uniformemente tra quelle secondarie. Qualora non ci fossero attività principali, occorre stimare per ciascun compito elementare il relativo tempo di esposizione. Questa metodologia consente di ottenere i tempi di esposizione ai rischi associati alle attività senza sovraccaricare il RSPP o l'interlocutore dell'azienda.

Una volta ottenuta la media pesata dei rischi per ciascuna mansione è possibile fare un ranking delle stesse sulla base della rischiosità; questa informazione è utile per due motivi:

- Permette all'azienda di avere una valutazione più chiara della distribuzione del rischio;
- Nel caso in cui per l'azienda fosse troppo impegnativo valutare tutte le mansioni, è possibile prendere in considerazione quelle che cumulano la maggior quota di rischio: si può ipotizzare che queste siano le mansioni che comportano la gran parte dei costi.

Successivamente, al RSPP si chiede di specificare il range quantitativo che aveva in mente al momento della categorizzazione dei rischi in base a P e D, in altre parole quanti infortuni si aspetta e di che entità; questo serve a definire per ciascun rischio associato all'attività della mansione il numero di eventi attesi e la loro gravità, espressa in giorni di assenza per infortunio.

Infine, per ogni mansione il numero di infortuni attesi viene calcolato sommando il numero di infortuni legato a ciascuna attività che la compone, mentre la gravità degli infortuni attesi viene calcolata facendo la media dei giorni di assenza per infortunio associati ad ogni attività.

In conclusione, come è sintetizzato nel prospetto in Figura 3.4, **un metodo di stima dei costi della non sicurezza basato sul DVR sembra andare oltre i limiti che rendono quelli basati sullo storico poco compatibili con le caratteristiche delle PMI**. Si tratta infatti di un documento che ogni azienda deve redigere per legge, quindi già disponibile in tutte le Imprese a norma, e la distribuzione dei rischi che vi viene rappresentata rimane stabile se non vengono eseguiti interventi in materia di sicurezza; al contrario lo storico non è sempre presente o affidabile; inoltre il DVR offre una visione completa e dettagliata

dei rischi connessi alle attività svolte e alle relative mansioni, mentre lo storico è potenzialmente incompleto, a causa delle mancate denunce di eventi infortunistici.



Figura 3.4: Confronto tra lo storico e il DVR

3.2 Il metodo: come arrivare alla stima

Il passaggio da una prospettiva ex post a una ex ante è un passo necessario ma non sufficiente per arrivare a stimare i costi della non sicurezza. La nuova visione fornisce i dati che stanno alla base della stima, tenendo in considerazione anche le peculiarità delle PMI; queste informazioni devono essere però applicate a una metodologia che tenga altrettanto conto delle esigenze di queste aziende. Le PMI, necessitano di uno strumento di semplice e rapido utilizzo, che a fronte di una limitata richiesta di energie sia in grado di fornire una valutazione dei costi attesi sufficientemente accurata da poter essere utilizzata per poter effettuare analisi costi-benefici di interventi sulla sicurezza.

Per arrivare a delineare un metodo di stima semplice ed efficiente risulta utile effettuare i seguenti passaggi:

- Pensare ad una riclassificazione dei costi identificati in letteratura che si adatti agli scopi della presente ricerca: riclassificare le voci di costo consente di avere una visione delle stesse funzionale alla stima;
- Ottimizzare le risorse delle aziende: è ragionevole escludere dall'analisi quelle voci poco rilevanti o non accuratamente stimabili nell'ex ante;
- Identificare i fattori che influenzano, più o meno direttamente, la dimensione dei costi;
- Aggregare quelle voci che sono influenzate dagli stessi fattori, sulla base dell'ipotesi che quelle che si vanno ad aggregare varino allo stesso modo in funzione degli stessi elementi;
- Ipotizzare la forma delle funzioni che meglio descrive l'andamento delle sole voci considerate.

Gli step appena citati mirano a semplificare la metodologia senza minarne l'efficacia. Nel seguito del capitolo verrà approfondito ciascuno di questi passaggi, schematizzati in Figura 3.5 e in Tabella 3.3.

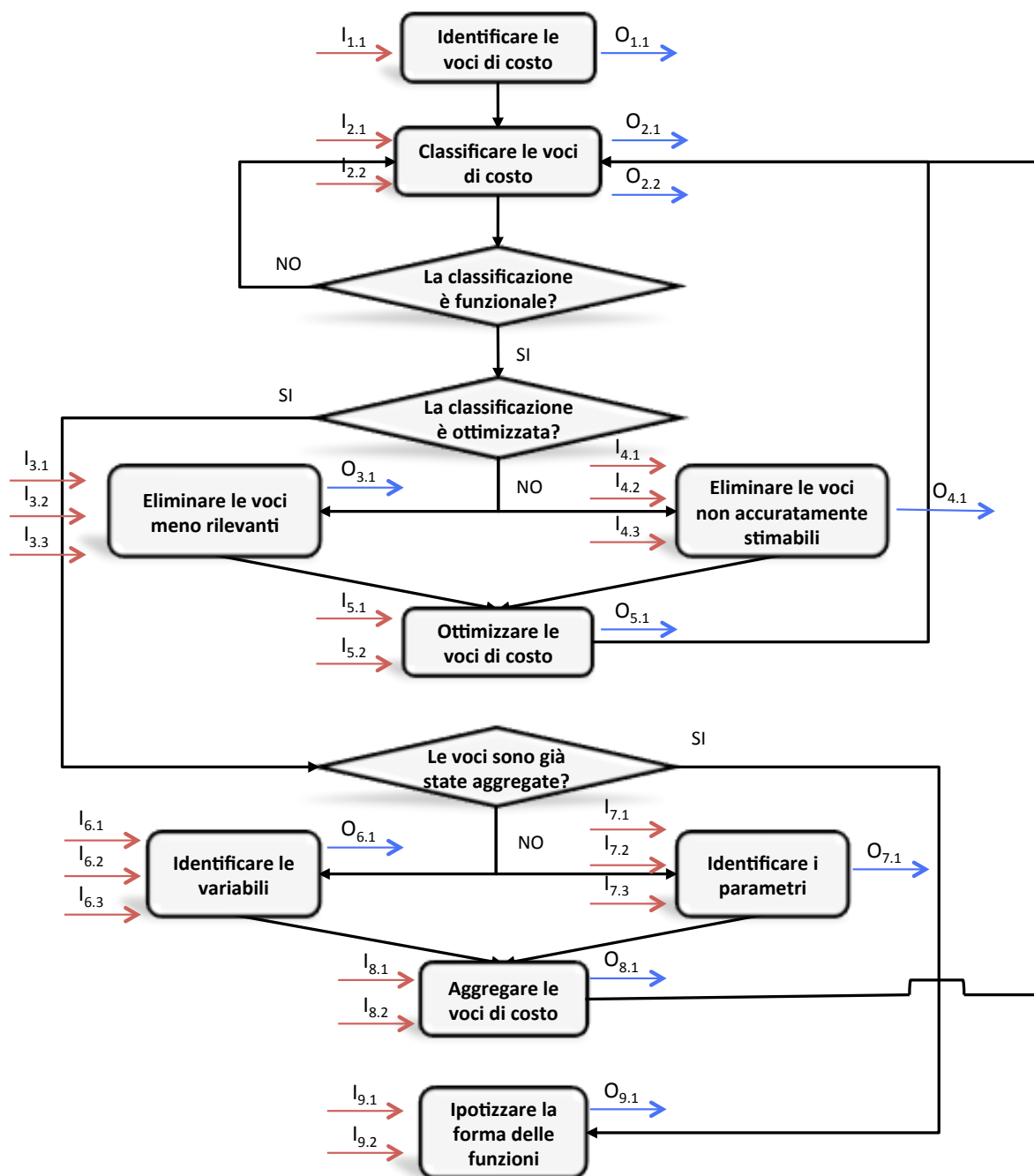


Figura 3.5: Diagramma di processo

Input		Output	
$I_{1.1}$	Ricerche	$O_{1.1}$	Voci di costo descritte
$I_{2.1} = O_{1.1}$		$O_{2.1}$	Voci di costo classificate secondo tutti i criteri
$I_{2.2}$	Criteri di classificazione	$O_{2.2}$	Riclassificazione
$I_{3.1} = O_{1.1}$		$O_{3.1}$	Voci con attribuita la rilevanza
$I_{3.2}$	Scala di valutazione della rilevanza	$O_{4.1}$	Voci con attribuita la stimabilità nell'ex-ante
$I_{3.3}$	Valutazione degli esperti coinvolti	$O_{5.1}$	Voci di costo ottimizzate
$I_{4.1} = O_{1.1}$		$O_{6.1}$	Variabili che influenzano ciascuna voce
$I_{4.2}$	Scala di valutazione della stimabilità ex-ante	$O_{7.1}$	Parametri che influenzano ciascuna voce

Input		Output	
$I_{4,3}$	Valutazione degli esperti coinvolti	$O_{8,1}$	Voci di costo aggregate
$I_{5,1} = O_{3,1}$		$O_{9,1}$	Funzione per ciascuna voce di costo
$I_{5,2} = O_{4,1}$			
$I_{6,1} = O_{5,1}$			
$I_{6,2}$	Elenco variabili		
$I_{6,3} = O_{1,1}$			
$I_{7,1} = O_{5,1}$			
$I_{7,2}$	Elenco parametri		
$I_{7,3} = O_{1,1}$			
$I_{8,1} = O_{6,1}$			
$I_{8,2} = O_{7,1}$			
$I_{9,1} = O_{8,1}$			
$I_{9,2}$	Valutazione degli esperti coinvolti		

Tabella 3.3: Input e Output relativi al diagramma di processo

3.2.1 Proposta di riclassificazione funzionale allo scopo

In precedenza ci si è soffermati sulle classificazioni delle voci di costo riportate in letteratura; queste, pur mettendo in luce aspetti interessanti dei costi della non sicurezza, non risultano di supporto alla loro stima. **La classificazione per rendere più semplice la valutazione ex ante**, scopo della presente ricerca, **deve veicolare informazioni sui fattori che hanno un impatto sulle voci identificate.**

Considerando le classificazioni presentate si propone di categorizzare i costi traendo ispirazione dai criteri usati da due di esse: la prima è quella che divide i costi in fissi, variabili e di disturbo; la seconda è quella che considera i costi come legati all'evento o anche alla situazione infortunistica; modificando e unendo queste classificazioni è possibile riclassificare le voci di costo in modo tale da far emergere la loro dipendenza dalle variabili e dai parametri individuati in letteratura.

Partendo dal presupposto che tutte le voci di costo dipendano dal numero di eventi o dalla sua cumulata, si propone di riclassificare i costi della non sicurezza in base ai seguenti criteri:

1. Dipendenza o meno dalla durata dell'assenza dell'infortunato: si distinguono rispettivamente in costo variabile e costo fisso secondo la durata dell'assenza dell'infortunato, facendo la stessa distinzione proposta da Rikhardsson & Impgaard (2004b);

2. Dipendenza o meno dalla situazione infortunistica generale: si distinguono rispettivamente in costo variabile e costo fisso secondo la situazione infortunistica; quindi la variabilità indica la dipendenza dall'elemento a cui si fa riferimento;
3. Dipendenza o meno dal contesto (mansione dell'infortunato, dimensione e settore produttivo dell'azienda): si distinguono rispettivamente in costo di disturbo e costo non di disturbo; in questo modo è possibile distinguere i costi che dipendono solo dalle variabili da quelli che sono influenzati anche da almeno uno dei parametri.

Questi criteri danno forma a una matrice (Tabella 3.4) che permette di classificare i costi identificando i fattori da cui essi dipendono; la situazione infortunistica viene rappresentata attraverso IF e IG, N rappresenta il numero di infortuni e DM la relativa durata media. I costi di disturbo vengono evidenziati in **grassetto**.

		Durata dell'assenza	
		Variabile	Fisso
Situazione infortunistica	Variabile	Costi che dipendono dalla situazione infortunistica sia in termini di frequenza che di gravità (IF – IG)	Costi che dipendono dalla situazione infortunistica solo in termini di frequenza (IF)
	Fisso	Costi che non dipendono dalla situazione infortunistica, ma dipendono dalla gravità degli infortuni (N – DM)	Costi che non dipendono né dalla situazione infortunistica né dalla gravità degli infortuni (N)

Tabella 3.4: Criteri di riclassificazione dei costi

La riclassificazione permette di avere una visione a 3 dimensioni di ciascun costo, funzionale alla stima, mentre quella di Rikhardsson & Impgaard (2004b), cui si fa riferimento, non coglie appieno la complessità della questione: le categorie sono reciprocamente escludentesi, andando così a cogliere solo un aspetto della singola voce e rendendo complessa la categorizzazione di alcune voci che sarebbero da considerare sia come costi variabili che di disturbo.

Per poter categorizzare adeguatamente le voci di costo secondo i nuovi criteri è necessario procedere a un'analisi critica dei contenuti informativi rilevati in letteratura, tenendo conto della ridefinizione compiuta; tale presa di posizione è riportata in Appendice B. La riclassificazione pensata per essere di supporto alla stima dei costi della non sicurezza è riportata in Tabella 3.5.

		Durata dell'assenza	
		Variabile	Fisso
Situazione infortunistica	Variabile	IF - IG	IF
		Costi assicurativi Costi del turnover Costo di reputazione Costo per cancellazione ordini e pagamento penali Costo per diminuzione del morale dei dipendenti Costo per scioperi	
	Fisso	N – DM	N
		Costi sanitari Costo del tempo non produttivo dell'infortunato Costo del tempo perso da altri operatori Costo di mancata produzione Costo di selezione e reclutamento Costo legale Costo per addestramento sostituto Costo per investigazione esterna dell'incidente Costo per multe e risarcimenti Costo per ridotta produttività dell'infortunato Costo per ridotta produttività del sostituto Costo per straordinari	Costi di comunicazione Costo del personale amministrativo Costo del tempo perso da supervisori e dirigenti Costo per danni a materiali Costo per danni ad attrezzature e macchinari Costo per danni al prodotto Costo per danni alle strutture Costo per investigazione interna dell'incidente

Tabella 3.5: Voci di costo riclassificate (in grassetto i costi di disturbo)

Dalla Tabella 3.5 emerge che la maggior parte dei costi della non sicurezza è legata alla durata dell'assenza dell'infortunato, circa un quarto varia anche in base alla situazione infortunistica generale e più di terzo dipende da almeno un fattore di contesto.

Non ci si avvale delle altre classificazioni in quanto, pur fornendo utili informazioni su diversi aspetti dei costi degli infortuni, non consentono di capire da quali fattori essi dipendano. Nello specifico, la distinzione tra costi assicurati e non assicurati e tra costi interni ed esterni informa su quali spese sono sostenute direttamente dall'azienda e quali da assicurazioni, dalla Società o dall'infortunato e dalla sua famiglia. Le voci che compongono la riclassificazione proposta si riferiscono solo ai costi interni e a quelli non assicurati; per esempio nei costi sanitari vengono considerati solo quegli elementi che gravano sul bilancio aziendale, il resto viene escluso a priori. Per quanto riguarda le rimanenti classificazioni presenti in letteratura (diretti e indiretti, tangibili e intangibili, visibili e nascosti), oltre a non informare su quali fattori influenzino i costi, bisogna ricordare che non presentano definizioni condivise e che queste spesso si sovrappongono tra loro.

3.2.2 Ottimizzazione delle risorse: selezione delle voci di costo da stimare

Dall'analisi e dalla revisione della letteratura emergono 10 categorie di costo, per un totale di 26 voci. Un metodo che tenga conto di questa moltitudine di elementi risulta eccessivamente complesso per essere realmente applicabile in aziende in cui il tempo è una risorsa critica. Viene quindi apportata una semplificazione escludendo i costi considerabili poco rilevanti rispetto agli altri o che non sono stimabili nell'ex ante con un grado di accuratezza sufficiente.

Nel dettaglio, la rilevanza indica l'impatto che una voce ha sui costi totali della non sicurezza, mentre con stimabilità ex ante si intende il grado di precisione con cui è possibile definire la dimensione di un costo in una prospettiva pre incidente. Informazioni sul primo dei due indici sono riscontrabili in letteratura (anche se non per tutti i costi), mentre lo stesso non avviene per il secondo: non risultano esserci fonti che trattano del grado di accuratezza con cui è possibile stimare la dimensione di una voce di costo prima che l'incidente avvenga, in quanto generalmente ci si pone l'obiettivo di attribuire un valore economico alle conseguenze di un evento già accorso.

Attraverso il Focus Group è possibile valutare la stimabilità ex ante facendo riferimento a quella ex post, definita come grado di accuratezza con cui è possibile identificare la dimensione di un costo in una prospettiva post incidente; questa scelta si basa sulla considerazione che se una voce di costo è difficile da misurare in seguito all'incidente a maggior ragione lo è in una prospettiva pre incidente. La stimabilità ex post è riscontrabile in letteratura e dipende dal fatto che il costo sia registrato o meno in azienda e/o dal fatto che sia stato possibile dimensionarlo in alcune ricerche. Il Focus Group consente anche di definire la rilevanza di tutte le voci di costo.

I risultati dell'analisi della letteratura e del Focus Group sono riportati in Tabella 3.6.

Legenda	Rilevanza: 0 = non rilevante; X = poco rilevante o rilevante in specifiche situazioni (X*); XX = rilevante					
	Stimabilità ex post: 0 = non stimabile; X = discordanze sulla stimabilità o stimato in ricerche; XX = stimabile					
	Stimabilità ex ante: 0 = non stimabile; X = stimabile con discreta accuratezza; XX = stimabile					
Categoria	Voce di costo	Rilevanza		Stimabilità ex post	Stimabilità ex ante	
		Letteratura	Focus group	Letteratura	Focus group	
COSTI	C. del personale amministrativo	XX	X	X	X	
AMMINISTRATIVI	C. del tempo perso da supervisori e	XX	X	X	X	

Legenda		Rilevanza: 0 = non rilevante; X = poco rilevante o rilevante in specifiche situazioni (X*); XX = rilevante Stimabilità ex post: 0 = non stimabile; X = discordanze sulla stimabilità o stimato in ricerche; XX = stimabile Stimabilità ex ante: 0 = non stimabile; X = stimabile con discreta accuratezza; XX = stimabile			
Categoria	Voce di costo	Rilevanza		Stimabilità ex post	Stimabilità ex ante
		Letteratura	Focus group	Letteratura	Focus group
	<i>dirigenti</i>				
	<i>C. per investigazione interna dell'incidente</i>	-	X	X	X
COSTI ASSICURATIVI	<i>C. assicurativi</i>	-	XX	X	XX
COSTI DEL TURNOVER	<i>C. del turnover</i>	XX	0	0	0
COSTI DI COMUNICAZIONE	<i>C. di comunicazione</i>	0	0	-	0
	<i>C. del tempo non produttivo dell'infortunato</i>	XX	X	XX	XX
	<i>C. del tempo perso da altri operatori</i>	-	0	0	0
	<i>C. per cancellazione ordini e pagamento penali</i>	-	X*	-	0
	<i>C. per mancata produzione</i>	-	XX	-	X
	<i>C. per ridotta produttività dell'infortunato</i>	X*	X*	-	X
	<i>C. per scioperi</i>	-	X*	-	0
	<i>C. per straordinari</i>	XX	X	-	X
	<i>C. di selezione e reclutamento</i>	X*	0	-	X
	<i>C. per addestramento del sostituto</i>	X*	X*	0	X
	<i>C. per ridotta produttività del sostituto</i>	-	X	-	X
	<i>C. legale</i>	-	X*	X	X
	<i>C. per investigazione esterna dell'incidente</i>	-	X*	-	X
	<i>C. per multe e risarcimenti</i>	-	X*	X	X
	<i>C. di reputazione</i>	-	X*	0	0
	<i>C. per diminuzione del morale dei dipendenti</i>	X*	0	0	0
	<i>C. per danni a materiali</i>	-	0	-	X
	<i>C. per danni al prodotto</i>	X*	0	X	X
	<i>C. per danni ad attrezzature e macchinari</i>	X*	0	X	X
	<i>C. per danni alle strutture</i>	X*	0	-	X
COSTI SANITARI	<i>C. sanitari</i>	-	0	XX	XX

Tabella 3.6: Rilevanza e stimabilità ex post/ex ante; l'asterisco identifica quei costi generalmente poco rilevanti, ma che in specifiche situazioni possono avere un impatto significativo sui costi della non sicurezza

Riguardo la rilevanza delle voci di costo, dal Focus Group emergono alcune differenze rispetto a quanto scritto in letteratura:

- Secondo gli esperti in sicurezza consultati il *costo del personale amministrativo* sarebbe poco rilevante, in quanto l'infortunio comporta una gestione "specificata" delle schede del personale, senza implicare però un particolare aumento del carico di lavoro; il *costo del tempo perso da supervisori e dirigenti* sarebbe invece più consistente del *costo del personale amministrativo*, ma sempre nello stesso ordine di grandezza. I *costi amministrativi* sono stati considerati rilevanti secondo la letteratura in quanto risultano la terza voce di costo più consistente in un'analisi effettuata da Rikhardsson & Impgaard (2004b) in alcune aziende Danesi; tale risultato però può dipendere da diversi fattori, quali i costi che vengono considerati, gli elementi che li compongono, i metodi di calcolo ecc.;
- Nel Focus Group non viene confermata la rilevanza dei *costi del turnover*: una situazione infortunistica non accettabile non spingerebbe i dipendenti a dimettersi, ma piuttosto li porterebbe a protestare per ottenere migliori condizioni di sicurezza; la voce *costo per sciopero* viene aggiunta alla classificazione per natura, in quanto ritenuta potenzialmente rilevante in specifiche situazioni: lo sciopero infatti può portare a un blocco totale della produzione per diverso tempo;
- Il *costo del tempo non produttivo dell'infortunato* e il *costo per straordinari* sono considerati rilevanti in letteratura non tanto per il loro impatto sul costo totale della non sicurezza, quanto perché sono sostenuti per la maggior parte degli infortuni. Al contrario gli esperti sono giunti alla conclusione che queste voci hanno un peso minore rispetto ad altre sul bilancio aziendale;
- Il *costo per selezione e reclutamento* viene giudicato rilevante dalla letteratura relativamente ai costi nascosti, non in senso assoluto; nel Focus Group è stata sottolineata la sua scarsa rilevanza rispetto agli altri costi di rimpiazzo;
- Il *costo per diminuzione del morale dei dipendenti* viene valutato come non rilevante: la sua componente più onerosa, ovvero le proteste per avere aumenti e luoghi di lavoro più sicuri, viene convogliata nel *costo per scioperi*;
- I *costi per danneggiamento a beni e proprietà* secondo i partecipanti al Focus Group non sono rilevanti: ciò che conta è l'integrità della persona, non quella del bene.

Per quanto riguarda la stimabilità si può notare una discrepanza tra la valutazione ex post e quella ex ante del *costo per addestramento del sostituto*: la letteratura considera questa

voce difficile da isolare e da quantificare; secondo gli esperti consultati invece potrebbe essere tracciata e misurata, rendendola quindi potenzialmente stimabile con discreta accuratezza in una prospettiva pre incidente.

A questo punto è possibile procedere alla semplificazione del modello. Le voci di costo che non vengono considerate vista la scarsa rilevanza sono:

- *Costi del turnover;*
- *Costi di comunicazione;*
- *Costi per danneggiamento a beni e proprietà;*
- *Costi sanitari*
- *Costo del tempo perso da altri operatori;*
- *Costo di selezione e reclutamento;*
- *Costo per diminuzione del morale dei dipendenti;*

Quelle escluse dall'indagine a causa della scarsa accuratezza con cui è possibile stimarle nell'ex ante sono:

- *Costi del turnover (già escluso in base alla rilevanza);*
- *Costi di comunicazione (già escluso in base alla rilevanza);*
- *Costo del tempo perso da altri operatori (già escluso in base alla rilevanza);*
- *Costo di reputazione;*
- *Costo per cancellazione ordini e pagamento penali;*
- *Costo per diminuzione del morale dei dipendenti (già escluso in base alla rilevanza);*
- *Costo per scioperi.*

L'output di questo processo di ottimizzazione delle risorse è riportato in Tabella 3.7, nella quale sono elencate le sole voci di costo che da questo punto si analizzano.

Categoria di costo	Voce di costo
COSTI AMMINISTRATIVI	<i>Costo del personale amministrativo</i>
	<i>Costo del tempo perso da supervisori e dirigenti</i>
	<i>Costo per investigazione interna dell'incidente</i>
COSTI ASSICURATIVI	<i>Costi assicurativi</i>
COSTI DI PRODUZIONE	<i>Costo del tempo non produttivo dell'infortunato</i>
	<i>Costo di mancata produzione</i>

Categoria di costo	Voce di costo
	Costo per ridotta produttività dell'infortunato
	Costo per straordinari
COSTI DI RIMPIAZZO	Costo per addestramento sostituto
	Costo per ridotta produttività del sostituto
COSTI GIUDIZIARI	Costo legale
	Costo per investigazione esterna dell'incidente
	Costo per multe e risarcimenti

Tabella 3.7: Elenco ottimizzato delle voci di costo

3.2.2.1 Copertura del modello

Identificare le voci di costo che andrebbero considerate sorge spontanea una domanda: che porzione dei costi esistenti si riesce a stimare attraverso il modello? Il modo più semplice per rispondere è fare riferimento a quella parte della letteratura che ha calcolato il costo degli infortuni sostenuto dalle Imprese. Quindi, prendendo una ricerca sui costi della non sicurezza nelle aziende si andrà a confrontare quanto di quei costi il modello può stimare, partendo dal presupposto che ogni ricerca, così come il modello, non considera tutti i costi rilevati dalla letteratura: alcune voci di costo infatti sono impossibili da calcolare o sono valutate come non rilevanti.

La ricerca presa in esame per il confronto, “*Corporate cost of occupational accidents: an activity-based analysis*” di Rikhardsson e Impgaard (2004b), si è prefissata di calcolare il costo degli infortuni in un campione di aziende Danesi tramite il “*Systematic Accident Cost Analysis (SACA method)*”. Questa metodologia si basa sull'activity mapping, una procedura secondo la quale i costi di un'azienda sono generati dalle attività dei suoi dipendenti e manager; in altre parole, attraverso l'analisi delle azioni intraprese dal personale conseguentemente a un infortunio sul lavoro è possibile identificare quei costi che non vengono rilevati dalla contabilità aziendale.

Il campione esaminato è di 9 aziende Danesi di diversa dimensione (piccole, medie e grandi Imprese); per ogni azienda sono stati presi in considerazione 3 infortuni, uno grave, uno meno grave e un infortunio tipico: la categorizzazione degli eventi è basata sulla durata dell'assenza dell'infortunato e sulla frequenza dell'accadimento.

La rilevazione dei costi avviene in tre fasi:

- Analisi della documentazione riguardante gli incidenti considerati e delle

operazioni generali della compagnia (ad esempio il funzionamento del reparto sicurezza e salute);

- Visita dell'azienda e interviste mirate (manager della sicurezza, contabili, project manager e talvolta la persona infortunata);
- Identificazione delle attività e calcolo dei costi relativi.

I costi rilevati sono i seguenti (vedi Figura 3.6):

- Costo dell'assenza dell'infortunato: include il pagamento nel periodo di assenza non assicurato ed eventuali integrazioni del reddito; rappresenta il 65% dei costi;
- Costo delle operazioni di disturbo: include l'assunzione e l'addestramento dei sostituti, la loro ridotta produttività, gli straordinari e la riduzione della produzione; rappresenta il 14% dei costi;
- Costi amministrativi: includono lo stipendio del personale amministrativo; rappresentano il 13% dei costi;
- Costi di comunicazione: includono comunicazioni formali e informali tra lavoratori, staff e management; rappresentano il 4% dei costi;
- Costi di prevenzione: includono l'acquisto di componenti per aumentare la sicurezza dei macchinari e iniziative di formazione; rappresentano il 3% dei costi;
- Costi per multe: includono multe e risarcimenti; rappresentano l'1% dei costi.

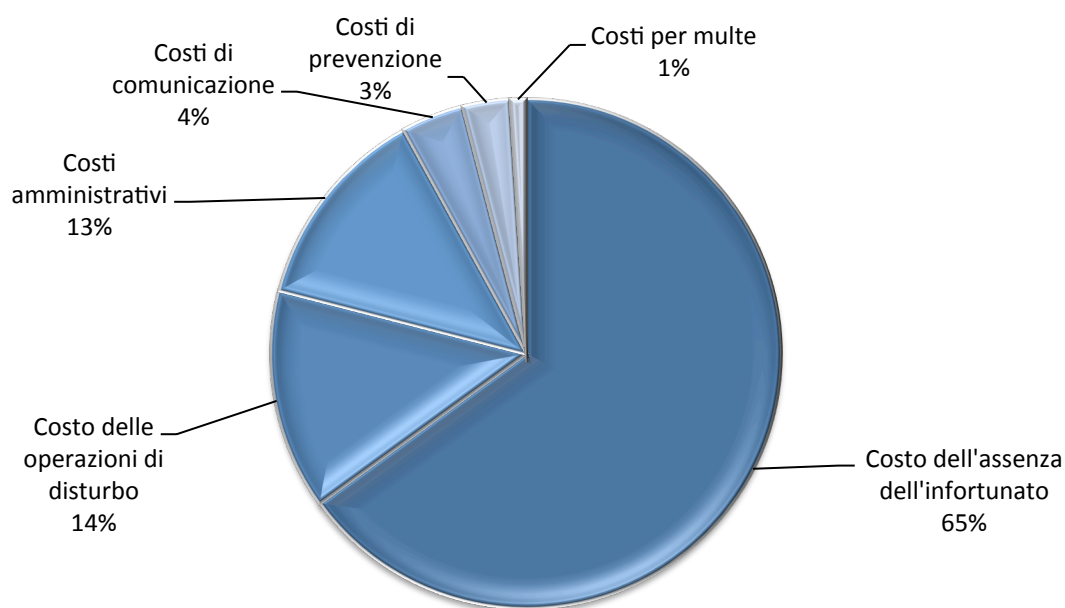


Figura 3.6: Rilevanza dei costi quantificati in letteratura (Rikhardsson & Impgaard, 2004b)

Il modello di stima “ex ante” dei costi copre il 93% dei costi rilevati dalla ricerca rappresentante la letteratura in una prospettiva “ex post”, andando a misurare i costi dell'assenza dell'infortunato, i costi delle operazioni di disturbo, i costi amministrativi e i costi per multe (vedi Figura 3.7).

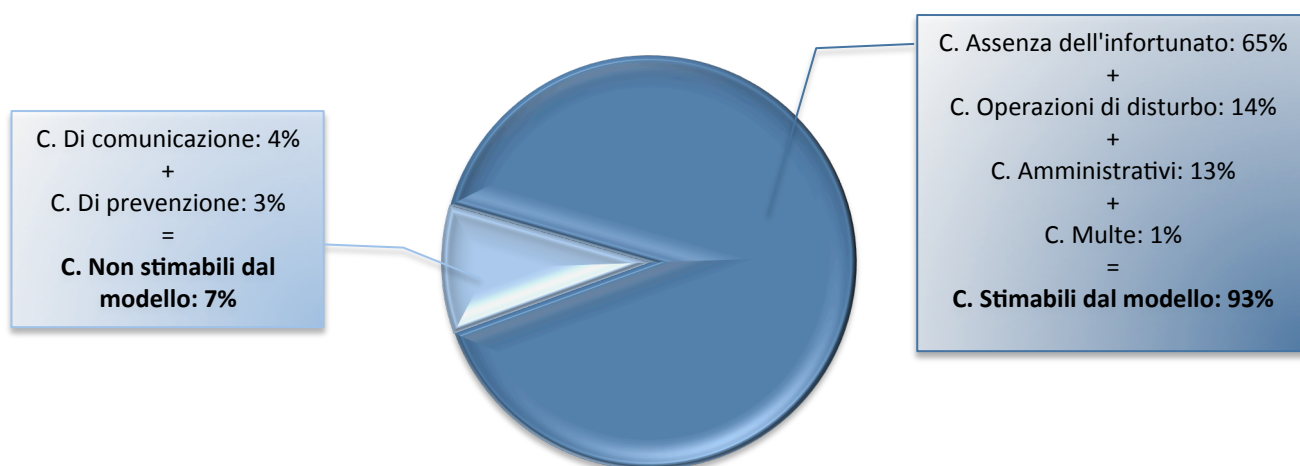


Figura 3.7: Porzione dei costi quantificati in letteratura e stimabili dal modello

Bisogna considerare che Rikhardsson e Impgaard non contemplano alcuni costi che invece è possibile stimare con il modello:

- *Costi assicurativi;*
- *Costo del tempo perso da supervisori e dirigenti;*
- *Costo legale;*
- *Costo per investigazione esterna dell'incidente.*

Si tratta quindi di una stima grezza dei costi sostenuti dalle imprese Danesi; perciò il calcolo dei costi pre incidente che si va a fare, potenzialmente stima una quota maggiore dei costi della non sicurezza rispetto a quanto fatto nella ricerca considerata.

C'è da aggiungere che entrambi i metodi confrontati, comunque, non considerano una quota dei costi causati dagli infortuni, costituita ad esempio dai costi dovuti al calo di morale dei dipendenti e al peggioramento dell'immagine aziendale: tale porzione potrebbe anche essere rilevante, ma non si può prendere in considerazione in quanto non si riesce a quantificare neanche ad incidente avvenuto. Quindi, anche la stima pre incidente non valuta tutti i costi in cui può incorrere l'azienda; si tratta comunque di una sottostima controllata, tarata su quanto è possibile calcolare nel post incidente.

Inoltre, in presenza di risorse limitate, il modello può stimare unicamente i costi legati alle mansioni valutate come più rischiose (in base alla rischiosità intrinseca delle attività e all'esposizione dell'operatore), ipotizzando che queste cumulino la maggior parte dei costi; in questo caso non si andrà a stimare la totalità dei costi che si è deciso di considerare, ma una porzione comunque altamente significativa di questi.

Riassumendo, dei costi potenzialmente sostenuti da un'impresa per la non sicurezza, si va a stimare il 93% dei costi quantificati nella ricerca rappresentante la letteratura, più altri costi che non vengono calcolati in essa; non vengono stimate le voci di costo considerate non rilevanti o non stimabili nell'ex ante, oltre a quelle che anche in letteratura sono impossibili da stimare a consuntivo. Delle voci considerate è possibile poi stimare quei costi legati alle mansioni più rischiose, con il fine di rendere più fruibile il modello senza però minarne l'efficacia (vedi Figura 3.8).

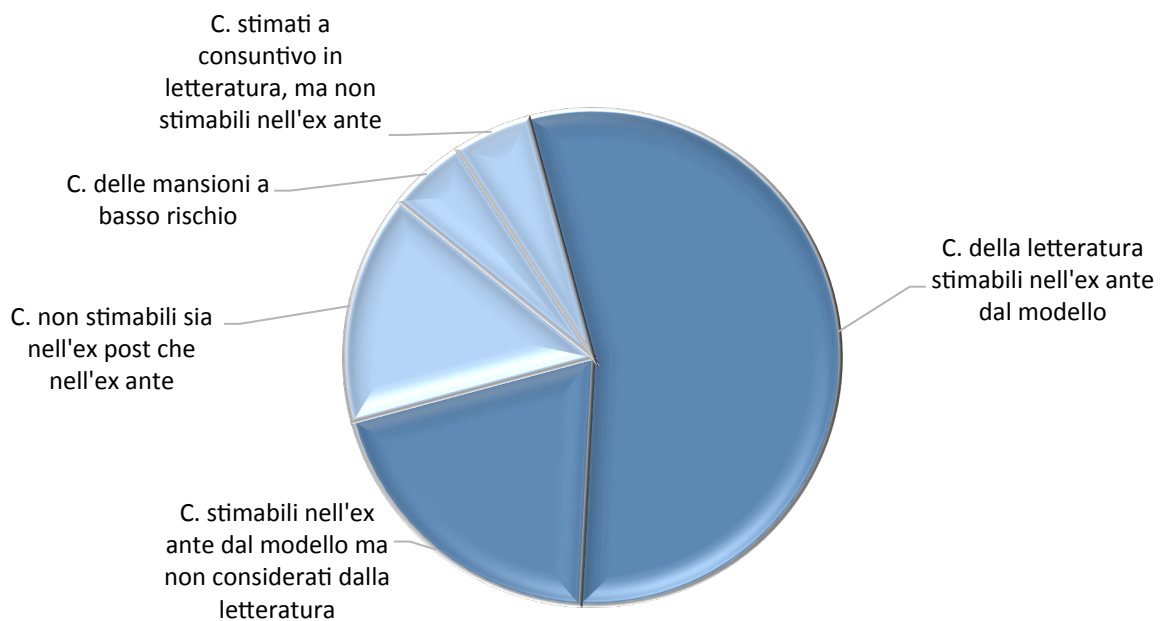


Figura 3.8: Ripartizione dei costi stimabili dal modello

3.2.3 Revisione delle voci di costo in funzione di variabili e parametri

Dopo aver determinato quali voci è opportuno considerare per semplificare l'applicazione della metodologia e aver verificato che queste rappresentino una porzione più che significativa dei costi della non sicurezza, si può spostare l'attenzione sui fattori che ne influenzano la dimensione. Sulla base di questi fattori si possono ipotizzare le forme delle funzioni che si andranno successivamente a testare. Nello schema concettuale della presente ricerca si è giunti all'individuazione dei dati necessari per la stima dei costi della non sicurezza (Figura 3.9).

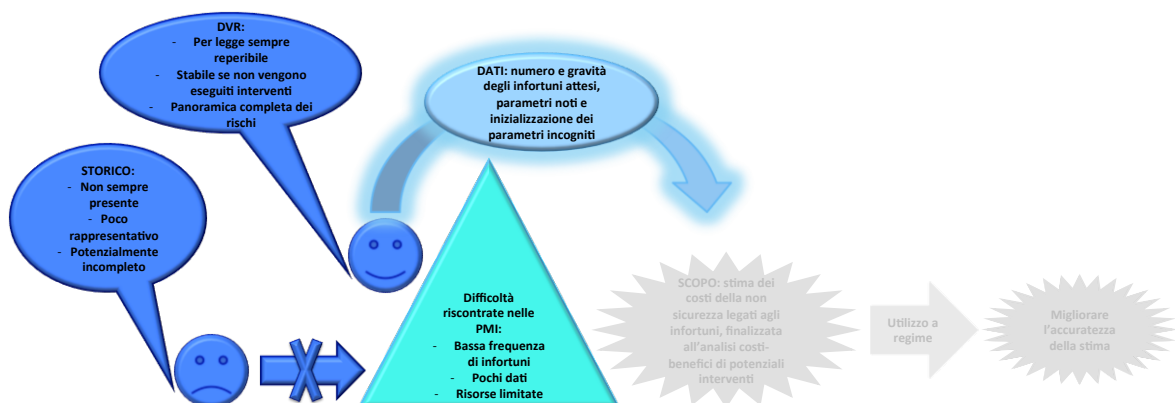


Figura 3.9: Schema concettuale – dati in input

Per l'Impresa il costo della non sicurezza è dato dalla sommatoria dei costi degli infortuni legati a ciascuna mansione. Il costo della mansione C_i è dato a sua volta dalla somma delle singole voci di costo g_j :

$$C_i = \sum_{j=1}^n g_j$$

Ciascuna voce di costo g_j può essere rappresentata come funzione di diverse variabili indipendenti $Z_1, \dots, Z_n$ e di diversi parametri $\theta_1, \dots, \theta_n$:

$$g_j = f(z_1, \dots, z_n, \theta_1, \dots, \theta_n)$$

Individuare quali sono i fattori che hanno un impatto sulla voce di costo permette di:

- Aggregare le voci di costo che sono influenzate allo stesso modo dai medesimi fattori;
- Trovare la forma della funzione che meglio descrive l'andamento del costo;

In letteratura sono stati già rilevati diversi fattori che agiscono sulle varie voci:

- Numero di eventi infortunistici;
- Durata dell'assenza dell'infortunato;
- Mansione dell'infortunato;
- Dimensione dell'azienda;
- Settore produttivo di appartenenza dell'azienda.

I primi due vengono distinti in base al fatto che il costo sia legato alle caratteristiche di un evento o anche alla situazione infortunistica generale, rappresentata dalla cumulata di eventi (indice di frequenza) e dalla cumulata delle assenze (indice di gravità); la mansione dell'infortunato comprende invece due elementi distinti: il salario dell'infortunato e il grado di complessità della mansione.

Quanto individuato conferma le conclusioni di Sun et al. (2006) a proposito delle componenti fondamentali che influenzano il costo degli infortuni, che sarebbero:

- La severità dell'evento: comprende sia il tipo di danno che la durata dell'infortunio;
- Il tipo di industria: fa riferimento in particolare alla rischioosità delle operazioni;
- La mansione dell'infortunato: riguarda le abilità necessarie a svolgere il compito

assegnato, lo stipendio e il rischio connesso allo specifico ruolo.

Un'integrazione al contributo fornito dalla letteratura è apportata attraverso un'analisi critica di tutte le sottovoci che compongono la struttura generale del modello (si vedano l'Appendice A e la B). In questo modo si perviene a un quadro esaustivo, riportato qui di seguito, degli elementi che influenzano i costi.

Costo del personale amministrativo

Z_1 : *numero di eventi*: all'aumentare degli eventi infortunistici aumenta il carico di lavoro del personale amministrativo; perciò il datore di lavoro deve investire più risorse per lo smaltimento delle pratiche amministrative e burocratiche legate ai singoli eventi.

θ_1 : *dimensione azienda*: aziende più grandi hanno più procedure da eseguire e quindi più personale addetto alle pratiche (Rikhardsson & Impgaard, 2004b).

$$g_1 = f(Z_1, \theta_1)$$

Costo del tempo perso da supervisori e dirigenti

Z_1 : *numero di eventi*: la crescita del numero di infortuni comporta una maggior attenzione da parte di supervisori e dirigenti.

$$g_2 = f(Z_1)$$

Costo per investigazione interna dell'incidente

Z_1 : *numero di eventi*: il tempo impiegato dal personale interno per capire la cause degli infortuni aumenta al crescere degli stessi.

$$g_3 = f(Z_1)$$

Costi assicurativi

Z_1 : *numero di eventi*: il premio varia di anno in anno in base al numero degli eventi accorsi l'anno precedente (Miller, 1997; Riel & Imbeau, 1998).

Z_2 : *durata dell'assenza*: il premio varia di anno in anno in base alla durata degli infortuni accorsi l'anno precedente (Miller, 1997; Riel & Imbeau, 1998).

θ_2 : *settore produttivo*: il tipo di industria è un predittore generico che può dare conto delle maggiori differenze in termini di benefit e polizze (Sun et al., 2006).

$$g_4 = f(Z_1, Z_2, \theta_2)$$

Costo del tempo non produttivo dell'infortunato

Z₁: numero di eventi: ogni volta che un lavoratore si infortuna viene pagato per il periodo dell'infortunio non coperto da INAIL a fronte di un output nullo.

Z₂: durata dell'assenza: all'aumentare dei giorni di assenza cresce la retribuzione dell'infortunato a fronte di un output nullo (Head, 1997; Laufer, 1987; Oxenburgh & Marlow, 2005; Rikhardsson & Impgaard, 2004b).

θ₃: salario dell'infortunato: il costo aumenta all'aumentare del salario dell'infortunato (Head, 1997; Laufer, 1987; Oxenburgh & Marlow, 2005; Rikhardsson & Impgaard, 2004b).

$$g_5 = f(Z_1, Z_2, \theta_3)$$

Costo di mancata produzione

Z₁: numero di eventi: più infortuni implicano un maggior numero di persone che per un determinato periodo di tempo risulta inabile al lavoro.

Z₂: durata dell'assenza: assenze prolungate determinano un incremento della voce di costo, in quanto diventa più critico provvedere alle ore perse.

θ₁: dimensione azienda: tale voce di costo diminuirebbe al crescere della dimensione dell'azienda, in quanto in realtà più grandi vi sono più possibilità di recuperare la produzione dovuta all'assenza del personale infortunato.

$$g_6 = f(Z_1, Z_2, \theta_1)$$

Costo per ridotta produttività dell'infortunato

Z₁: numero di eventi: con l'aumentare del numero di eventi aumenta la probabilità che un infortunio causi una incapacità dell'infortunato di riprendere le sue mansioni a pieno regime al suo ritorno in azienda.

Z₂: durata dell'assenza: è ipotizzabile che più sono gravi le conseguenze dell'infortunio meno l'infortunato al suo rientro sarà capace di lavorare a pieno regime.

θ₄: grado di complessità della mansione: quanto più essa richiede abilità tanto più la diminuita capacità dell'infortunato risulterebbe in una mancata produzione (Miller, 1997; LaBelle, 2000).

$$g_7 = f(Z_1, Z_2, \theta_4)$$

Costo per straordinari

Z₁: numero di eventi: le ore di straordinario necessarie aumentano al crescere degli infortuni.

Z₂: durata dell'assenza: il costo è determinato dal numero di ore necessarie per coprire l'assenza dell'infortunato (Miller, 1997; Osterhaut, 2002); per infortuni oltre una certa soglia di durata (denominata **DM_{org}**), il cui valore è a discrezione dell'azienda, risulta più conveniente assumere un sostituto.

θ₃: salario dell'infortunato: si può ipotizzare che il lavoratore assente venga sostituito da un pari ruolo; sulla base di questa considerazione si può affermare che il costo aumenti al crescere del salario dell'infortunato.

$$g_8 = f(Z_1, Z_2, \theta_3)$$

Costo per addestramento del sostituto

Z₁: numero di eventi: all'aumentare del numero di infortuni cresce la probabilità di accorrere in eventi per cui è più conveniente assumere del personale sostitutivo da addestrare.

Z₂: durata dell'assenza: per infortuni di durata minore di una certa soglia (**DM_{org}**) il costo è nullo in quanto non si ricorre all'assunzione di un sostituto bisognoso di addestramento ma a ore di straordinario (Sun et al., 2006).

θ₄: grado di complessità della mansione: il tempo impiegato per insegnare il compito al sostituto dipende dalla difficoltà del compito stesso (Rikhardsson & Impgaard, 2004b).

$$g_{10} = f(Z_1, Z_2, \theta_4)$$

Costo per ridotta produttività del sostituto

Z₁: numero di eventi: all'aumentare del numero di infortuni aumenta la probabilità di accorrere in eventi per cui è più conveniente assumere del personale sostitutivo, la cui produttività non è al livello di quella dell'infortunato.

Z₂: durata dell'assenza: valgono le stesse considerazioni fatte per il *costo per addestramento del sostituto*, in quanto per assenze prolungate (superiori a **DM_{org}**) occorre

assumere personale che per un certo periodo di tempo non ha la stessa produttività dell'infortunato.

θ_4 : *grado di complessità della mansione*: il tempo necessario per acquisire le competenze necessarie a lavorare a pieno regime dipende dalla difficoltà della mansione (Miller & Rossman, 1990).

$$g_{11} = f(Z_1, Z_2, \theta_4)$$

Costo legale

Z_1 : *numero di eventi*: all'aumentare del numero di infortuni aumenta la probabilità di incorrere in procedimenti legali.

Z_2 : *durata dell'assenza*: il costo aumenta al crescere della severità dell'infortunio (Sun et al., 2006): infortuni più gravi porterebbero di fatto a spese legali maggiori per difendersi dalle attribuzioni di responsabilità.

$$g_{12} = f(Z_1, Z_2)$$

Costo per investigazione esterna dell'incidente

Z_1 : *numero di eventi*: all'aumentare del numero di infortuni aumenta la probabilità di incorrere in eventi che richiedono procedimenti di investigazione esterna.

Z_2 : *durata dell'assenza*: nei casi di incidenti più gravi si rendono necessarie ispezioni ufficiali da parte di enti governativi (Head, 1997).

$$g_{13} = f(Z_1, Z_2)$$

Costo per multe e risarcimenti

Z_1 : *numero di eventi*: all'aumentare del numero di infortuni aumenta la probabilità di incorrere in multe da parte delle autorità e risarcimenti alle vittime degli incidenti.

Z_2 : *durata dell'assenza*: si ipotizza che, in caso di provata responsabilità dell'azienda, le multe e i risarcimenti siano proporzionali ai danni subiti dall'infortunato.

$$g_{14} = f(Z_1, Z_2)$$

Il prospetto riassuntivo dei fattori che fanno variare i costi della non sicurezza è riportato in Tabella 3.8.

Legenda		Z_{1a} = Cumulata del numero di infortuni; Z_{1b} = Numero di infortuni; Z_{2a} = Cumulata della durata degli infortuni; Z_{2b} = Durata degli infortuni; θ_1 = Dimensione azienda; θ_2 = Settore produttivo; θ_3 = Salario dell'infortunato; θ_4 = Grado di complessità della mansione.							
Categoria di costo	Voce di costo	Variabili				Parametri			
		Z_{1a}	Z_{1b}	Z_{2a}	Z_{2b}	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4
C. AMMINISTRATIVI	C. del personale amministrativo		✓			✓			
	C. del tempo perso da supervisori e dirigenti		✓						
	C. per investigazione interna dell'incidente		✓						
C. ASSICURATIVI	C. assicurativi	✓		✓			✓		
C. DI PRODUZIONE	C. del tempo non produttivo dell'infortunato		✓		✓			✓	
	C. di mancata produzione		✓		✓	✓			
	C. per ridotta produttività dell'infortunato		✓		✓				✓
	C. per straordinari		✓		✓			✓	
C. DI RIMPIAZZO	C. per addestramento sostituto		✓		✓				✓
	C. per ridotta produttività del sostituto		✓		✓				✓
C. GIUDIZIARI	C. legale		✓		✓				
	C. per investigazione esterna dell'incidente		✓		✓				
	C. per multe e risarcimenti		✓		✓				

Tabella 3.8: Variabili e parametri che influenzano i costi della non sicurezza

3.2.3.1 Aggregazione delle voci di costo

L'identificazione delle variabili e dei parametri che influenzano le voci di costo offre la possibilità di calcolare con un'unica funzione quei costi appartenenti alla stessa categoria influenzati dagli stessi fattori, ipotizzando che le voci che si aggregano varino allo stesso modo. Compiendo delle stime l'aggregazione, oltre la semplificazione, permette di ridurre la variabilità degli errori, compensando gli stessi.

Secondo quanto detto i costi che potrebbero essere stimati dalla medesima funzione risultano essere:

- *Costo del tempo perso da supervisori e dirigenti e costo per investigazione interna dell'incidente all'interno dei costi amministrativi:* bisogna tenere conto del fatto che spesso l'investigazione delle cause dell'incidente è compito proprio dei supervisori e dei dirigenti, quindi la stima del costo secondo un'unica funzione permette di eliminare una possibile ridondanza derivante dal calcolo

separato delle due voci;

- Il *costo legale*, il *costo per investigazione esterna dell'incidente* e il *costo per multe e risarcimenti* all'interno della categoria *costi giudiziari*.

A seguito dell'aggregazione le voci che vengono effettivamente stimate sono riportate in Tabella 3.9.

		Durata dell'assenza	
		Variabile	Fisso
Situazione infortunistica	Variabile	IF – IG	IF
		<i>Costi assicurativi</i>	
	Fisso	N – DM	N
		<i>Costi giudiziari</i> <i>Costo del tempo non produttivo dell'infortunato</i> <i>Costo di mancata produzione</i> <i>Costo per addestramento sostituto</i> <i>Costo per ridotta produttività dell'infortunato</i> <i>Costo per ridotta produttività del sostituto</i> <i>Costo per straordinari</i>	<i>Costo di investigazione interna e del tempo perso da supervisori e dirigenti</i> <i>Costo del personale amministrativo</i>

Tabella 3.9: Costi riclassificati che vengono stimati dal modello; i costi di disturbo sono evidenziati in grassetto

La Tabella 3.9 mostra come la maggior parte dei costi che il modello considera dipenda dalla durata dell'assenza di chi si infortuna; ciò rafforza l'idea che i costi della non sicurezza sono legati al rischio che caratterizza il luogo di lavoro: la gravità dei danni subiti è infatti una delle due componenti che lo determina. L'altra, ovvero la probabilità di accadimento, è associabile al numero di eventi, che come detto in precedenza determina l'insorgenza stessa del costo.

Il procedimento effettuato, oltre a individuare i fattori che influenzano i costi, permette di snellire la struttura della classificazione, senza minare l'accuratezza della stima che si andrà a fare. Dei 26 elementi riscontrati inizialmente in letteratura, escludendo quelli scarsamente rilevanti o non accuratamente stimabili nell'ex ante e aggregando dove possibile, ne rimangono 10: si tratta quindi di una sottostima, che però rimane strettamente controllata e comunque significativa; di conseguenza, se un intervento risulta conveniente in base alle analisi effettuate, ciò è ancora più vero considerando tutte le voci di costo: nella realtà esso è ulteriormente giustificabile, anche se non è possibile precisare di quanto.

3.2.3.2 Definizione degli stimatori da utilizzare

Dopo aver individuato le variabili e i parametri che impattano su ciascuna voce di costo, si rende necessario trovare degli stimatori, facilmente reperibili in qualsiasi azienda, in grado di rappresentare ciascun fattore all'interno della funzione; bisogna tenere conto che nelle PMI i dati registrati sono ridotti rispetto a quelli tracciati nelle Grandi Imprese.

Nel seguito verranno presentati gli stimatori scelti per rappresentare i fattori considerati (Tabella 3.10):

- Z_1 = *numero di eventi*. Il numero di infortuni va considerato secondo due ottiche differenti: la prima considera il numero di eventi in quanto tale ed è funzionale alla stima dei costi che dipendono dalle caratteristiche dell'evento; è infatti implicito che per calcolare la dimensione totale di una voce di costo bisogna sapere di quanti eventi si sta parlando. La seconda visione riguarda quella che è stata definita situazione infortunistica, poco rappresentabile dal semplice numero di eventi che poco dice sulla realtà aziendale: il peso di un infortunio cambia da un'impresa con 10 dipendenti a una che ne ha 200; un indicatore che permette di confrontare dati tra aziende è l'*indice di frequenza*, definito come rapporto tra numero di eventi e il totale delle ore lavorate.
- Z_2 = *durata dell'assenza*. Anche la durata dell'assenza dell'infortunato è rappresentabile in due modi: il primo consiste semplicemente nella *durata media* (DM) degli eventi infortunistici dell'azienda; questo dato è calcolato sulla base del numero di infortuni, rendendolo così poco adatto in un confronto tra aziende diverse: per esempio un'impresa con una durata media degli infortuni calcolata su 2 eventi ha una situazione infortunistica molto diversa da un'altra con la stessa durata media ma calcolata su 8 eventi; ciò che cambia è il peso che hanno le assenze sulla realtà aziendale: per esempio se la durata media è di 10 giorni la prima deve "sopportare" un totale di 20 giorni di assenza, mentre la seconda di 80. Un indicatore utilizzato per confrontare la severità delle conseguenze degli infortuni è l'*indice di gravità* (IG), definito come rapporto tra il totale dei giorni di assenza e il totale delle ore lavorate.
- θ_1 = *dimensione azienda*. Per quanto riguarda la *dimensione* ci sono due possibilità: utilizzare il numero dei dipendenti oppure il fatturato. Si è scelto di utilizzare il

numero di dipendenti in quanto il fatturato rispecchia poco l'elemento di interesse, cioè la disponibilità di personale dell'azienda.

- $\theta_2 =$ *settore produttivo*. Fattore rilevante per la categoria dei *costi assicurativi*; con esso si intende il livello di rischio associato a un particolare settore produttivo, in quanto il tipo di industria è un predittore generico che può dare conto delle maggiori differenze in termini di benefit e polizze (Sun et al., 2006). In altre parole, a seconda della rischiosità dell'attività produttiva si stipula una polizza con determinate caratteristiche generali: all'inizio dell'attività, in mancanza di dati sulla sicurezza, viene preso come riferimento il settore produttivo di appartenenza; in seguito, il premio viene aggiustato tenendo conto anche degli eventi infortunistici effettivamente accorsi anno per anno. È possibile utilizzare come indicatore i tassi previsti dalla apposite tariffe dei premi INAIL che tengono conto, essenzialmente, della diversa pericolosità di ogni singola lavorazione; di fatto le tariffe consistono in una classificazione tecnica delle lavorazioni, cui corrispondono tassi differenziati in funzione dello specifico rischio lavorativo.
- $\theta_3 =$ *salario dell'infortunato*. Tale parametro viene rappresentato dalla retribuzione giornaliera netta del dipendente che si infortuna.
- $\theta_4 =$ *grado di complessità della mansione*. Si può presumere che mansioni più complesse richiedano un tempo di addestramento maggiore; quindi lo stimatore di questo parametro è appunto il numero di giorni necessari a imparare ad eseguire adeguatamente e autonomamente le attività connesse al ruolo dell'infortunato.

Fattori che influenzano i costi	Stimatori
<i>Numero di eventi</i>	<i>Numero di infortuni</i> <i>Indice di frequenza</i>
<i>Durata dell'infortunio</i>	<i>Durata media degli infortuni</i> <i>Indice di gravità</i>
<i>Dimensione azienda</i>	<i>Numero di dipendenti</i>
<i>Settore produttivo</i>	<i>Tassi delle tariffe INAIL</i>
<i>Salario dell'infortunato</i>	<i>Retribuzione giornaliera netta</i>
<i>Mansione dell'infortunato</i>	<i>Giorni di addestramento</i>

Tabella 3.10: Stimatori

L'utilizzo di stimatori che rispecchino al meglio le variabili o i parametri che influenzano le voci di costo consente di effettuare una stima più accurata. Altrettanto importante risulta definire la forma delle funzioni che rappresenti al meglio l'andamento della singola voce di costo.

3.2.4 Le funzioni di costo

Una volta identificate le voci da considerare, i fattori da cui dipendono e gli stimatori da utilizzare per rappresentarli, non resta che ipotizzare la forma della funzione che meglio descriva l'andamento di ciascun costo.

In Tabella 3.11 per ogni voce di costo viene riportata la relativa funzione definita grazie al Focus Group; a ognuna di queste sono associati uno o più parametri incogniti che servono a calibrare la dimensione del costo e che, come si vedrà più avanti, vengono determinati con l'aiuto di un rappresentante dell'Impresa in cui viene applicato il modello.

Legenda stimatori n= Numero di infortuni; DM = Durata media degli infortuni; IF = Indice di frequenza; IG = Indice di gravità; θ₁ = Numero di dipendenti θ₂ = Tassi delle tariffe INAIL; θ₃ = Retribuzione giornaliera netta; θ₄ = Giorni di addestramento; DM_{org} = giorni di assenza che rendono conveniente assumere un rimpiazzo; DM_{ref} = durata media di riferimento che si ipotizza pari a 15 giorni.			
Categoria di costo	Voce di costo	Funzione di costo	Parametri incogniti
COSTI AMMINISTRATIVI	Costo del personale amministrativo	$g_1 = \alpha_{pa} * n * \theta_1$	α_{pa}
	Costo di investigazione interna e del tempo perso da supervisori e dirigenti	$g_{2+3} = \alpha_{tsi} * n$	α_{tsi}
COSTI ASSICURATIVI	Costi assicurativi	$g_4 = \alpha_a * IF^{x_1} * IG^{x_2} * \theta_2 + q$	α_a, x_1, x_2, q
COSTI DI PRODUZIONE	Costo del tempo non produttivo dell'infortunato	$g_5 = \alpha_{ti} * n * DM * \theta_3$	α_{ti}
	Costo di mancata produzione	$g_6 = \alpha_{mp} * n * DM^2 * (\theta_1)^{-1}$	α_{mp}
	Costo per ridotta produttività dell'infortunato	$g_7 = \alpha_{rpi} * n * DM * \theta_4$	α_{rpi}
	Costo per straordinari	$g_8 = \alpha_s * n * DM * \theta_3$ per $DM \leq DM_{org}$	α_s
COSTI DI RIMPIAZZO	Costo per addestramento sostituto	$g_9 = \alpha_{as} * n * DM^2 * \theta_4$ per $DM > DM_{org}$	α_{as}
	Costo per ridotta produttività del	$g_{10} = \alpha_{rps} * n * DM * \theta_4$ per $DM > DM_{org}$	α_{rps}

Legenda stimatori	n = Numero di infortuni; DM = Durata media degli infortuni; IF = Indice di frequenza; IG = Indice di gravità; θ₁ = Numero di dipendenti θ₂ = Tassi delle tariffe INAIL; θ₃ = Retribuzione giornaliera netta; θ₄ = Giorni di addestramento; DM_{org} = giorni di assenza che rendono conveniente assumere un rimpiazzo; DM_{rif} = durata media di riferimento che si ipotizza pari a 15 giorni.		
Categoria di costo	Voce di costo	Funzione di costo	Parametri incogniti
<i>sostituto</i>			
COSTI GIUDIZIARI	Costi giudiziari	$g_{11+12+13} = \alpha_g * n * \left(\frac{DM}{DM_{rif}} \right)^2$	α_g

Tabella 3.11: Funzioni di costo e parametri da stimare

3.3 Processo di utilizzo

L'elaborazione del metodo ha permesso di definire, mirando all'efficienza e alla facilità di utilizzo, le voci di costo da considerare, le variabili e i parametri da cui dipendono, gli stimatori che rappresentano questi fattori e infine la forma delle funzioni che permette di stimarle. A questo punto non resta che passare alla delineazione del processo di utilizzo, che consente il raggiungimento di ciò che nello schema concettuale della presente ricerca è definito come lo scopo (Figura 3.10): effettuare una stima dei costi della non sicurezza che possa essere di supporto all'analisi costi-benefici di potenziali interventi in materia di salute e sicurezza.

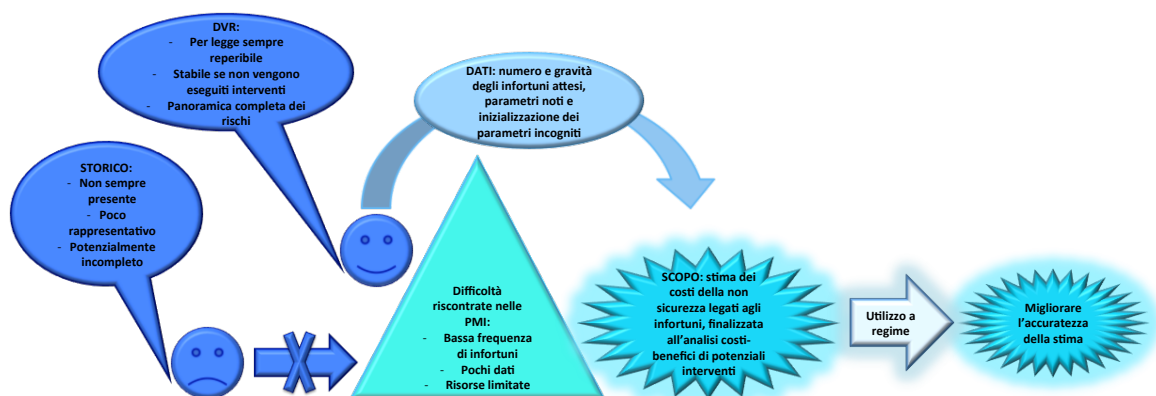


Figura 3.10: Schema concettuale – raggiungimento dello scopo

Per arrivare alla stima vera e propria è necessario inizializzare i parametri che, così come le funzioni di costo, potranno poi essere migliorati in una seconda fase di utilizzo.

3.3.1 Inizializzazione dei parametri incogniti

Un modo semplice e accurato per inizializzare i parametri è trasformarli nell'incognita della funzione; a tale scopo è utile ricorrere alla tecnica ISO 31000: si tratta di una tecnica standardizzata di tipo “what-if” che, attraverso la creazione di vari scenari, permette di ottenere dei valori di partenza dei parametri da stimare; nello specifico si chiede all'interlocutore dell'azienda qual è il costo che può aspettarsi con determinati valori delle variabili indipendenti (Figura 3.11).

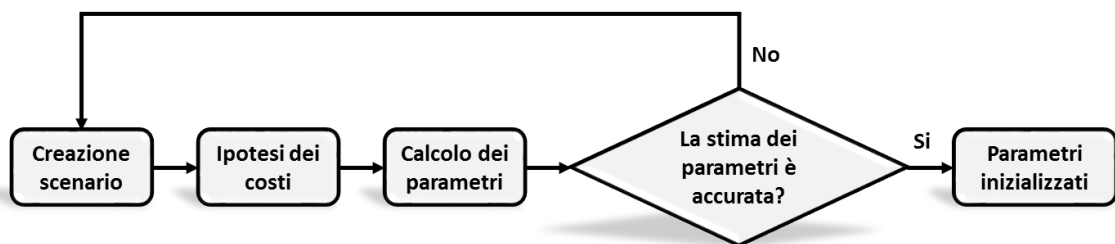


Figura 3.11: Inizializzazione dei parametri

Con i valori ottenuti è possibile effettuare una stima dei costi della non sicurezza che può essere ulteriormente migliorata.

3.3.2 Funzionamento a regime

Con il tempo è possibile portare avanti un doppio processo di affinamento della stima (Figura 3.12):

- Lavorando sui parametri incogniti;
- Lavorando sulla forma delle funzioni di costo.

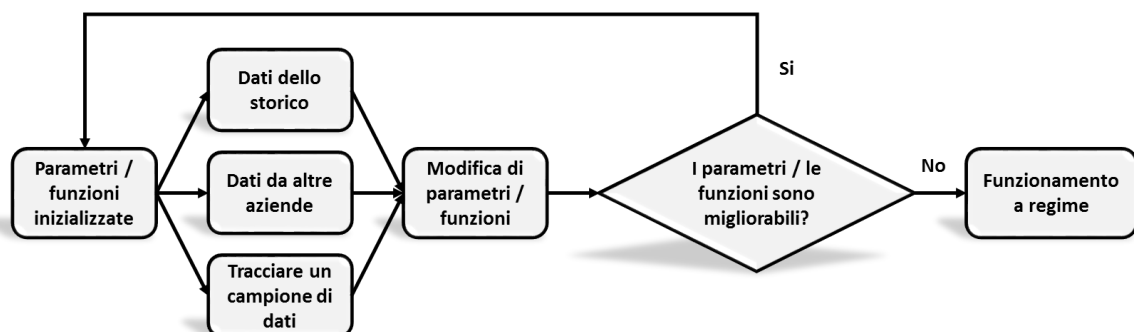


Figura 3.12: Funzionamento a regime

I parametri inizializzati si possono “aggiustare” nei seguenti modi:

- Utilizzando dati provenienti dallo storico: è possibile tarare i parametri sulla base dei costi sostenuti in passato e registrati nella contabilità aziendale;
- Se non sono presenti dati storici si può fare riferimento a informazioni provenienti da altre aziende: in questo caso bisogna tenere in considerazione che l’uso di dati esterni all’azienda rende la stima meno “personalizzata”;
- In alternativa, si può procedere al monitoraggio e alla registrazione del costo per un certo periodo di tempo al fine di avere un campione di riferimento: tale procedura richiede però un maggior investimento di tempo e risorse.

La validità della funzione può essere invece verificata esaminando i dati ottenuti dalle aziende che hanno applicato il modello: scostamenti significativi tra i dati stimati e quelli che poi effettivamente si verificano indicano che la forma della funzione non coglie appieno l’andamento reale del costo, rendendo necessario apportare delle modifiche.

3.3.3 Analisi costi-benefici di un eventuale intervento

Tornando al modello, la stima dei costi per mansione, sia con i dati inizializzati che a regime, permette di effettuare un’analisi costi-benefici di interventi in materia di Salute e Sicurezza sul Lavoro (Figura 3.13).

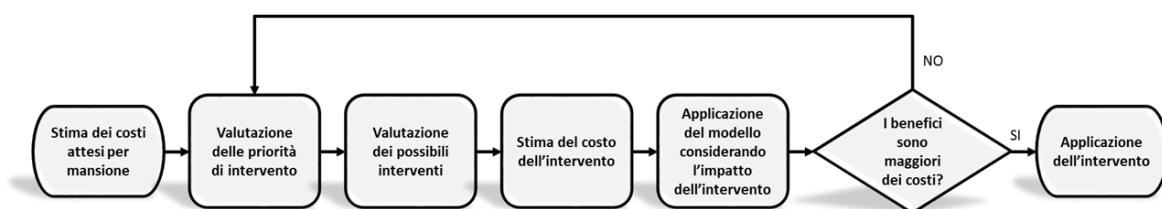


Figura 3.13: Analisi costi-benefici

Grazie ad essa l’azienda può verificare su quali mansioni si concentrano i costi maggiori e capire quindi dove intervenire. Una volta che si è determinato questo è necessario:

- Valutare quale intervento avrà il maggior impatto sulla non-sicurezza;
- Stimare il costo dell’intervento;
- Cercare di capire che effetto avrà in termini di prevenzione e/o protezione, ovvero quanto l’intervento riduca il numero e la gravità degli infortuni attesi;

- Valutare l'opportunità dell'intervento confrontando la stima che rispecchia lo stato attuale dell'azienda con quella che considera gli effetti dell'intervento: la differenza tra le due rappresenta il beneficio economico atteso.

A questo punto non resta che simulare l'applicazione dello strumento, per metterne alla prova diversi aspetti.

4 Esempio Applicativo

L'applicazione su carta del modello consente di mostrare i passaggi che portano alla stima del costo della non sicurezza e all'analisi costi-benefici di interventi di prevenzione e/o protezione.

Simulazione di applicazione del modello

Definita la nuova visione che orienta la stima dei costi della non sicurezza, il metodo che ne determina la struttura e il processo che guida l'applicazione dello strumento si ritiene necessario mettere alla prova, almeno su carta, il lavoro svolto, per verificare che i procedimenti e le scelte effettuate consentano il raggiungimento dell'obiettivo della presente ricerca.

La Figura 4.1 riporta lo schema di funzionamento del modello, i cui Input e Output di ciascuna attività sono elencati in Tabella 4.1.

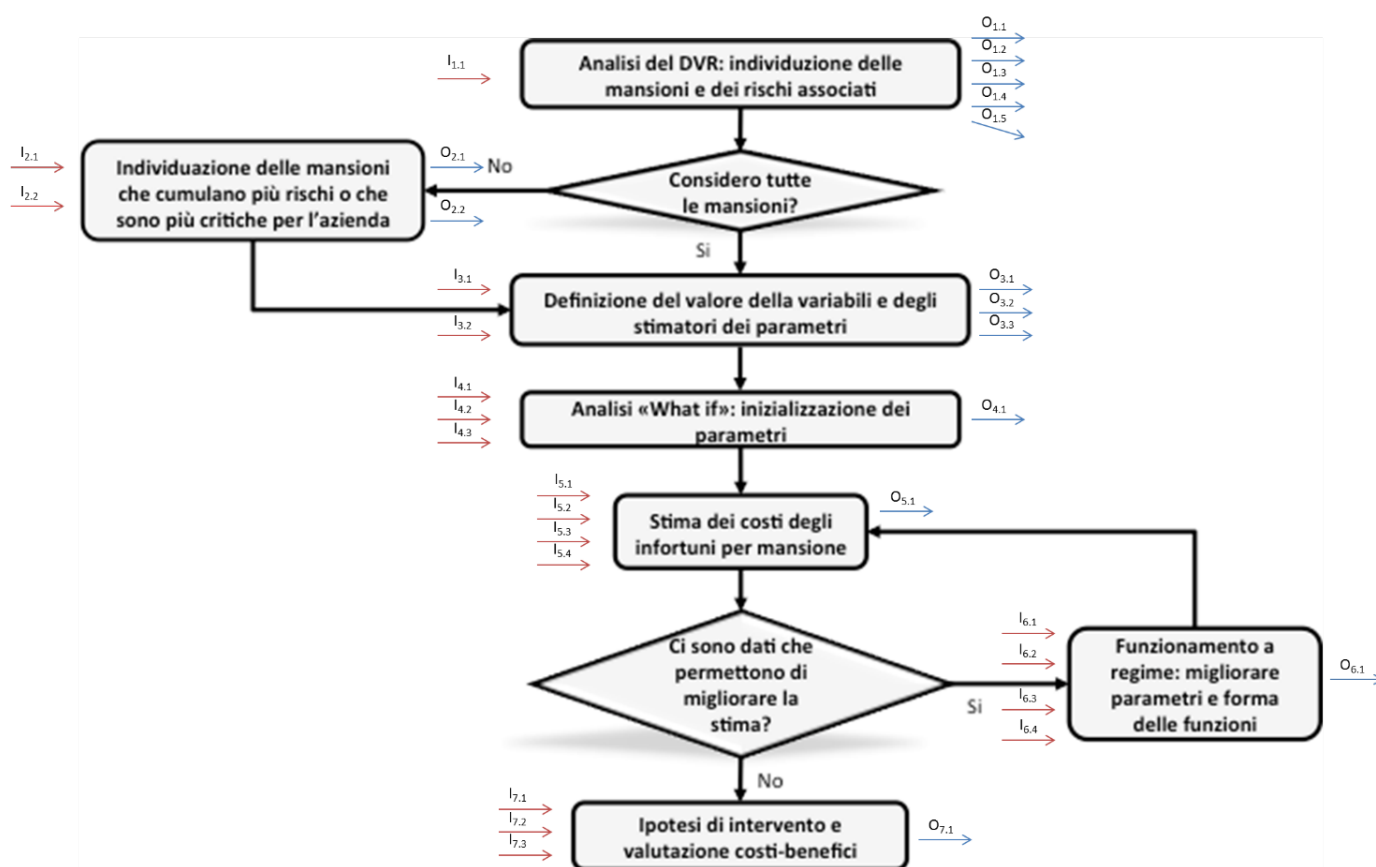


Figura 4.1: Schema di funzionamento del modello

Input		Output	
$I_{1.1}$	Documento di Valutazione dei Rischi	$O_{1.1}$	Attività che costituiscono ciascuna mansione
$I_{2.1}$	Documento di Valutazione dei Rischi	$O_{1.2}$	Rischi associati a ciascuna attività
$I_{2.2}$	Tempo di esposizione a ciascuna attività	$O_{1.3}$	Probabilità di accadimento di ciascun rischio
$I_{3.1} = O_{1.3}$		$O_{1.4}$	Danno di ciascun rischio
$I_{3.2} = O_{1.4}$		$O_{1.5}$	Numero di operatori che svolgono la mansione
$I_{4.1}$	Scenari	$O_{2.1}$	Mansioni da indagare
$I_{4.2}$	Funzioni di costo	$O_{2.2}$	Rischiosità associata alle mansioni
$I_{4.3} = O_{3.3}$		$O_{3.1}$	Numero di infortuni attesi (in un arco temporale)

Input		Output	
$I_{5,1} = O_{3,1}$		$O_{3,2}$	<i>Durata media degli infortuni attesi (gg)</i>
$I_{5,2} = O_{3,2}$		$O_{3,3}$	<i>Attribuzione dei valori ai parametri noti</i>
$I_{5,3} = O_{4,1}$		$O_{4,1}$	<i>Parametri inizializzati</i>
$I_{5,4}$	<i>Funzioni di costo</i>	$O_{5,1}$	<i>Costi attesi per mansione</i>
$I_{6,1}$	<i>Dati dello storico</i>	$O_{6,1}$	<i>Parametri aggiornati</i>
$I_{6,2}$	<i>Dati da altre aziende</i>	$O_{6,2}$	<i>Funzioni di costo aggiornate</i>
$I_{6,3}$	<i>Costi monitorati</i>	$O_{7,1}$	<i>Valutazione della convenienza dell'intervento</i>
$I_{6,4}$	<i>Funzioni di costo</i>		
$I_{7,1}$	<i>Ipotesi di intervento</i>		
$I_{7,2}$	<i>Benefici attesi dall'intervento</i>		
$I_{7,3} = O_{5,1}$			

Tabella 4.1: Input e output relativi alle attività previste dall'applicazione del modello

Dall'analisi del DVR è possibile avere un quadro completo della distribuzione del rischio in azienda; questo permette di individuare il rischio associato alle mansioni, supportando nella definizione del campo d'azione: i decision maker per rendere più veloce la procedura possono focalizzare l'attenzione sulle mansioni più rischiose, o eventualmente su quelle che ritengono più critiche per altri motivi, ad esempio perché occupano il numero maggiore di dipendenti; a questo punto il RSPP, o un referente dell'azienda che abbia una chiara e completa visione della situazione aziendale in termini di sicurezza, è chiamato a determinare il valore delle variabili e degli stimatori dei parametri, nonché ad inizializzare i parametri incogniti; con questi dati è possibile quindi procedere alla stima, affinabile nel tempo, e all'analisi costi-benefici di potenziali interventi.

Nei prossimi paragrafi si riporta un esempio applicativo del modello; si ipotizza di effettuare la stima dei costi della non sicurezza in una Falegnameria di piccole dimensioni, che occupa 26 dipendenti. L'attività produttiva riguarda arredamenti su misura, porte per interni, serramenti, imballaggi (bancali), scale, strutture per esterni, restauri e verniciatura; vengono effettuati anche traslochi di case ed uffici, modificando, adattando e completando mobili, porte ed arredamenti esistenti.

4.1 Analisi della distribuzione del rischio e definizione del campo d'azione

Per avere una visione completa della distribuzione del rischio in azienda è possibile fare un ranking delle mansioni in base alla rischiosità, determinata calcolando il rischio medio pesato sul tempo di esposizione dell'operatore ai rischi associati alle attività che deve

svolgere; è necessario quindi conoscere per ogni mansione i rischi connessi alle attività che la compongono, definiti dai valori di Probabilità e Danno riscontrabili nel DVR, e i relativi tempi di esposizione. Al fine di velocizzare la procedura si dividono le attività in primarie e secondarie e si considera solo l'effettivo tempo di esposizione alle prime; il restante tempo viene suddiviso uniformemente tra le attività secondarie; con queste informazioni è possibile valutare il livello di rischio che caratterizza ciascuna mansione. Per raccogliere i dati richiesti viene utilizzato il Questionario A, riportato in Tabella 4.2; le parti in grigio non servono per stabilire la rischiosità della mansione, per cui vengono compilate in una fase successiva.

Indicare il numero di operatori che ricoprono la mansione, le attività che la compongono, suddividendole in primarie e secondarie, e i rischi associati alle attività.

Si chiede inoltre di specificare il tempo che ogni operatore è occupato in ciascuna attività principale (se oneroso va bene anche un valore percentuale del tempo in cui l'operatore è impiegato in attività principali e secondarie, ad esempio 70% in attività primarie e 30% in attività secondarie).

Per ciascun rischio indicare la probabilità (P) e l'entità del danno (D) riscontrabili nel Documento di Valutazione dei Rischi. In base ai valori di P e D determinare il numero e la durata degli infortuni attesi in 10 anni, tenendo conto in particolare del numero di operatori esposti e del tempo di esposizione al rischio (nell'arco di tempo considerato).

MANSIONE:				Numero di operatori:			
Retribuzione giornaliera netta:				Giorni di addestramento necessari per svolgere la mansione:			
Ore di lavoro giornaliera				Giorni lavorativi annui:			
Attività	Primaria o secondaria	Tempo di esposizione (h/gg)	Rischio associato	P	D	Numero di infortuni attesi	Durata degli infortuni attesi

Tabella 4.2: Questionario A; le parti in grigio non sono necessarie alla valutazione della rischiosità della mansione

Avere una visione completa di come il rischio è distribuito tra le mansioni offre la possibilità di stimare i costi della non sicurezza legati a quelle che cumulano più rischi; questo consente di preservare le risorse dell'azienda senza compromettere la significatività della stima, in quanto si ipotizza che le mansioni più rischiose siano quelle che generano più costi.

Questa fase di lavoro non è indispensabile: se si considerano tutte le mansioni o se non si utilizza la rischiosità come criterio di scelta è possibile tralasciarla; la decisione spetta all'azienda.

Per quanto riguarda il caso della Falegnameria le mansioni svolte sono 4:

- Falegname: si occupa della lavorazione e della verniciatura del prodotto; la mansione impiega 14 persone;
- Impiegato: si occupa del lavoro d'ufficio, amministrativo e/o contabile; la mansione impiega 4 persone;
- Magazziniere: si occupa della gestione pratica del magazzino e della movimentazione interna di materiali e prodotti; la mansione impiega 2 persone;
- Montatore/traslocatore: si occupa della consegna e del montaggio in loco del prodotto finito; inoltre effettua traslochi e piccole lavorazioni in loco; la mansione impiega 6 persone.

Nel caso in esame è possibile ipotizzare che l'attenzione dei decision maker sia rivolta alla mansione del "Falegname": questa occupa più della metà dei dipendenti ed è ragionevole considerare che sia quella a cui sono associati più rischi.

4.2 Rilevazione dei dati necessari alla stima

Dopo aver definito il campo di azione è possibile procedere al rilevamento dei dati necessari alla stima: valore delle variabili, valore degli stimatori dei parametri e inizializzazione dei parametri incogniti.

Il procedimento stabilito per ottenere queste informazioni prevede di compilare il Questionario A nella sua interezza, uno per ciascuna delle mansioni per cui si effettua la stima; esso consente di stabilire il valore delle variabili e degli stimatori dei parametri legati alla mansione, ovvero la retribuzione giornaliera netta e i giorni di addestramento necessari a svolgerla in autonomia; inoltre, conoscendo le ore di lavoro giornaliere e il numero di giorni lavorativi annui è possibile calcolare il valore di IF e IG. Successivamente si procede alla compilazione del Questionario B, attraverso il quale vengono inizializzati i parametri incogniti e si ottiene il valore relativo agli altri stimatori (il numero di dipendenti dell'azienda e i tassi delle tariffe INAIL).

Decidendo di considerare unicamente la mansione "Falegname" è possibile compilare solo il questionario relativo ad essa. In Tabella 4.3 si mostra il Questionario A compilato per la mansione in esame (per semplificare l'esposizione non si considerano tutte le attività e tutti i rischi che nella realtà sono connessi all'attività di falegnameria).

Indicare il numero di operatori che ricoprono la mansione, le attività che la compongono, suddividendole in primarie e secondarie, e i rischi associati alle attività.

Si chiede inoltre di specificare il tempo che ogni operatore è occupato in ciascuna attività primaria (se oneroso va bene anche un valore percentuale del tempo in cui l'operatore è impiegato in attività primarie e secondarie, ad esempio 70% in attività primarie e 30% in attività secondarie).

Per ciascun rischio indicare la probabilità (P) e l'entità del danno (D) riscontrabili nel Documento di Valutazione dei Rischi. In base ai valori di P e D determinare il numero e la durata degli infortuni attesi in 10 anni, tenendo conto in particolare del numero di operatori esposti e del tempo di esposizione al rischio (nell'arco di tempo considerato).

MANSIONE: Falegname				Numero di operatori: 14			
Retribuzione giornaliera netta: 90 €				Giorni di addestramento necessari per svolgere la mansione: 60			
Ore di lavoro giornaliere: 8				Giorni lavorativi annui: 220			
Attività	Primaria o secondaria	Tempo di esposizione (h/gg)	Rischio associato	P	D	Numero di infortuni attesi	Durata degli infortuni attesi
Piallatura	Primaria	3	Asfissia	1	4	0	0
			Lesioni agli arti superiori (ferite, lacerazioni, amputazioni)	3	3	7	21
			Lesioni oculari	2	2	4	7
			Ustioni	1	3	1	27
			Lombalgia	2	2	5	8
Finitura	Primaria	4	Asfissia	1	3	1	22
			Lesioni agli arti superiori (ferite, lacerazioni, amputazioni)	2	2	4	11
			Lesioni oculari	3	1	7	4
			Danno muscolo-scheletrico	2	1	6	4
Movimentazione manuale dei carichi	Secondaria	1	Danno muscolo-scheletrico	2	2	5	10
			Schiacciamento degli arti	1	2	1	9

Tabella 4.3: Questionario A compilato per la mansione “Falegname”

Dal Questionario A emerge, per la mansione in esame, una previsione di 41 infortuni attesi nei prossimi 10 anni, per una totale di 419 giorni di assenza (quindi una media di 10,22 giorni per ogni evento).

Come precedentemente detto, il Questionario B (riportato in Tabella 4.4 compilato per la mansione “Falegname”) consente di inizializzare i parametri incogniti; la procedura prevede che il RSPP, o il referente dell'azienda, ipotizzi il valore di ciascun costo sulla

base dello scenario proposto. Qualora alcune voci fossero ritenute non rilevanti dai decision maker è possibile semplicemente escluderle dall'analisi.

Per ciascuna voce si chiede di ipotizzare il relativo costo (o un range di costi) in scenari differenti; lo scenario ottimistico è caratterizzato da 2 infortuni in 10 anni della durata media di 5 giorni, quello pessimistico da 10 infortuni in 10 anni della durata media di 20 giorni. Per la voce Costi assicurativi è necessario valutare il costo in 4 scenari, definiti in tabella, a causa del maggior numero di parametri da inizializzare.

Voce di costo	Descrizione	Scenari				Ipotetico valore della voce di costo nei prossimi 10 anni (€)	
Costo del personale amministrativo	Costo del tempo speso dal personale amministrativo per la gestione del caso (registrazione di dati, elaborazione di report, gestione delle pratiche, amministrazione delle paghe, ecc.).	n_1	2	DM_1	5	C_1	150
		n_2	10	DM_2	20	C_2	1.300
Costo di investigazione interna e del tempo perso da supervisori e dirigenti	Costo del tempo perso da supervisori e dirigenti per gestire le conseguenze dell'infortunio e costo del tempo speso dagli incaricati per investigare sulle cause dell'incidente.	n_1	2	DM_1	5	C_1	500
		n_2	10	DM_2	20	C_2	3.000
COSTI ASSICURATIVI	Spesa legata all'aumento del premio assicurativo causato dagli infortuni.	n_1	2	DM_1	5	C_1	6.700
		n_2	3	DM_2	18	C_2	6.000
		n_3	10	DM_3	4	C_3	38.000
		n_4	10	DM_4	20	C_4	45.000
Costo del tempo non produttivo dell'infortunato	Paga corrisposta all'infortunato nel periodo dell'infortunio non indennizzato da INAIL; può comprendere integrazioni della paga se previste dalla politica aziendale.	n_1	2	DM_1	5	C_1	450
		n_2	10	DM_2	20	C_2	6.000
Costo di mancata produzione	Costo dovuto al rallentamento del lavoro causato dall'infortunio; questa voce rappresenta il costo legato al fermo della produzione che si verifica come conseguenza del coinvolgimento di un dipendente in un incidente.	n_1	2	DM_1	5	C_1	2000
		n_2	10	DM_2	20	C_2	33.000
Costo per ridotta produttività dell'infortunato	Il datore di lavoro perde produttività quando un dipendente lavora al di sotto delle sue capacità o è assegnato ad attività meno impegnative a causa dell'infortunio.	n_1	2	DM_1	5	C_1	350
		n_2	10	DM_2	20	C_2	8.500
Costo per straordinari	Per recuperare la produzione persa a causa dell'infortunio l'azienda potrebbe ricorrere a ore di lavoro straordinarie, maggiorate rispetto alla retribuzione regolare.	n_1	2	DM_1	5	C_1	800
		n_2	10	DM_2	20	C_2	7.500

Costo per addestramento sostituto	Costo da sostenere per fornire al nuovo assunto istruzioni e informazioni che gli consentano di svolgere le proprie mansioni in modo corretto.	n_1	2	DM_1	5	C_1	300
		n_2	10	DM_2	20	C_2	9.000
Costo per ridotta produttività del sostituto	Mancato guadagno causato dal fatto che il nuovo assunto ha bisogno di un certo periodo di tempo per raggiungere la piena produttività a causa della scarsa esperienza.	n_1	2	DM_1	5	C_1	200
		n_2	10	DM_2	20	C_2	8.000
COSTI GIUDIZIARI	Spese per sostenere spese legali ed eventuali multe e risarcimenti all'infortunato; questa voce comprende anche i costi per investigazione esterna.	n_1	2	DM_1	5	C_1	200
		n_2	10	DM_2	20	C_2	20.000

Tabella 4.4: Questionario B compilato per la mansione "Falegname"

In base al costo ipotizzato è possibile calcolare il valore che il parametro incognito assume in ciascuno scenario; la media dei parametri così rilevati fornisce il valore del parametro inizializzato. Si prendano ad esempio i *costi giudiziari*; la funzione che ne stima il valore è la seguente:

$$g_{11+12+13} = \alpha_g * n * \left(\frac{DM}{DM_{rif}} \right)^2$$

Conoscendo il valore del costo nello scenario è possibile calcolare quello di α_g , semplicemente utilizzando la formula inversa:

$$\alpha_{g1} = \frac{g_{11+12+13} * DM_{rif}^2}{n * DM^2} = \frac{200 * 15^2}{2 * 5^2} = 900$$

$$\alpha_{g2} = \frac{g_{11+12+13} * DM_{rif}^2}{n * DM^2} = \frac{20000 * 15^2}{10 * 20^2} = 1125$$

Il valore di α_g inizializzato da inserire nella funzione di costo è dato dalla media tra i valori che assume negli scenari:

$$\alpha_g = \frac{900 + 1125}{2} = 1012,5$$

Sempre nello stesso questionario si chiede anche di definire il valore degli altri parametri necessari alla stima dei costi della non sicurezza (Tabella 4.5).

<i>Indicare il valore dei parametri necessari ad effettuare la stima.</i>	
Parametri	Valore del parametro
Numero di dipendenti dell'azienda	26
Tasso medio di tariffa INAIL	78
Giorni di assenza dell'infortunato oltre i quali è più conveniente assumere un rimpiazzo piuttosto che ricorrere all'uso di straordinari	18

Tabella 4.5: Altri parametri funzionali alla stima

A questo punto si è in possesso di tutti i dati necessari a stimare il costo della non sicurezza della mansione.

4.3 Stima dei costi della non sicurezza

Inserendo nelle funzioni di costo i valori delle variabili, degli stimatori dei parametri e dei parametri inizializzati è possibile calcolare il costo della non sicurezza della mansione. La Tabella 4.6 riporta la sintesi dei costi attesi della non sicurezza per la mansione "Falegname".

Categoria di costo	Voce di costo	Costo atteso in 10 anni (€)
COSTI AMMINISTRATIVI	Costo del personale amministrativo	4.203 1,7%
	Costo di investigazione interna e del tempo perso da supervisori e dirigenti	11.275 4,5%
	Costi assicurativi	54.221 21,8%
	Costo del tempo non produttivo dell'infortunato	15.713 6,3%
COSTI DI PRODUZIONE	Costo di mancata produzione	103.313 41,5%
	Costo per ridotta produttività dell'infortunato	16.237 6,5%
	Costo per straordinari	24.617 9,9%
	Costo per addestramento sostituto	0 0%
COSTI DI RIMPIAZZO	Costo per ridotta produttività del sostituto	0 0%

Categoria di costo		Voce di costo	Costo atteso in 10 anni (€)
COSTI GIUDIZIARI	Costi giudiziari		19.271
			7,7%
TOTALE			248.849
			100%

Tabella 4.6: Costi attesi della non sicurezza per la mansione “Falegname”

L’analisi effettuata mostra che i costi più rilevanti sono i *costi assicurativi* e i *costi di mancata produzione*; i *costi di rimpiazzo* non vengono calcolati, in quanto la durata media degli eventi attesi è minore del numero di giorni oltre i quali è più conveniente assumere un rimpiazzo. Ovviamente, trattandosi di un esempio, i dati forniti non devono essere considerati rappresentativi di una reale distribuzione dei costi attesi; lo scopo è mostrare l’applicabilità della procedura.

4.4 Analisi costi-benefici di un potenziale intervento

Conoscendo i costi attesi per le mansioni esaminate è possibile verificare su quali sia prioritario intervenire; l’intervento può essere mirato a ridurre il rischio che genera il maggior numero di giorni totali di assenza (numero di infortuni moltiplicato per la loro durata media), oppure è ipotizzabile un intervento che riduca contemporaneamente più rischi.

Per la mansione “Falegname”, il resoconto dei giorni di assenza attesi generati da ciascun rischio è riportato in Tabella 4.7.

Attività	Rischio associato	Numero di infortuni attesi	Durata degli infortuni attesi	Giorni totali di assenza
Piallatura	Asfissia	0	0	0
	Lesioni agli arti superiori (ferite, lacerazioni, amputazioni)	7	21	147
	Lesioni oculari	4	7	28
	Ustioni	1	27	27
	Lombalgia	5	8	40
	Asfissia	1	22	22
Finitura	Asfissia	1	22	22
	Lesioni agli arti superiori (ferite, lacerazioni, amputazioni)	4	11	44

Attività	Rischio associato	Numero di infortuni attesi	Durata degli infortuni attesi	Giorni totali di assenza
Movimentazione manuale dei carichi	Lesioni oculari	7	4	28
	Danno muscolo-scheletrico	6	4	24
	Danno muscolo-scheletrico	5	10	50
	Schiacciamento degli arti	1	9	9
TOTALE		41	10,22	419

Tabella 4.7: Resoconto dei giorni di assenza attesi generati da ciascun rischio

Nell'esempio in questione, l'intervento volto a migliorare la sicurezza del luogo di lavoro prevede l'acquisto di apposite protezioni per limitare l'accesso agli organi di lavoro delle macchine e per proteggere l'operatore dalla proiezione di trucioli, di lame o punte. Il costo preventivato per le protezioni in oggetto è di 32.500€.

A questo punto occorre prevedere i benefici che l'intervento potrebbe apportare in termini di diminuzione del numero e/o della gravità degli infortuni attesi. In Tabella 4.8 si riporta il prospetto dei giorni di assenza attesi, tenendo conto dei benefici dell'eventuale intervento, per la mansione in esame.

Attività	Rischio associato	Numero di infortuni attesi	Durata degli infortuni attesi	Giorni totali di assenza
Piallatura	Asfissia	0	0	0
	Lesioni agli arti superiori (ferite, lacerazioni, amputazioni)	3	14	42
	Lesioni oculari	1	6	6
	Ustioni	1	27	27
	Lombalgia	5	8	40
Finitura	Asfissia	1	22	22
	Lesioni agli arti superiori (ferite, lacerazioni, amputazioni)	2	8	16
	Lesioni oculari	3	3	9
	Danno muscolo-scheletrico	6	4	24
Movimentazione manuale dei carichi	Danno muscolo-scheletrico	5	10	50
	Schiacciamento degli arti	1	9	9
TOTALE		28	8,75	245

Tabella 4.8: Resoconto dei giorni di assenza tenendo conto dell'intervento; i benefici sono evidenziati in rosso

L'intervento ipotizzato ridurrebbe il rischio di lesioni agli arti e agli occhi per entrambe le attività principali, portando a 28 il numero degli infortuni attesi in 10 anni e a 8,75 giorni la loro durata media, per un risparmio in termini di assenze per infortuni di 174 giorni totali (quasi un anno di lavoro di un operatore). Applicando nuovamente lo strumento ai nuovi dati è possibile valutarne la convenienza economica. In Tabella 4.9 il confronto tra i costi attesi della non sicurezza prima e dopo l'intervento.

Categoria di costo	Voce di costo	Costo atteso in 10 anni allo stato attuale (€)	Costo atteso in 10 considerato l'intervento (€)
COSTI AMMINISTRATIVI	Costo del personale amministrativo	4.203 1,7%	2.870 2,3%
	Costo di investigazione interna e del tempo perso da supervisori e dirigenti	11.275 4,5%	7.700 6,4%
COSTI ASSICURATIVI	Costi assicurativi	54.221 21,8%	14.969 12,5%
COSTI DI PRODUZIONE	Costo del tempo non produttivo dell'infortunato	15.713 6,3%	9.187 7,6%
	Costo di mancata produzione	103.313 41,5%	51.718 43,1%
	Costo per ridotta produttività dell'infortunato	16.237 6,5%	9.494 7,9%
	Costo per straordinari	24.617 9,9%	14.394 12,0%
COSTI DI RIMPIAZZO	Costo per addestramento sostituto	0 0%	0 0%
	Costo per ridotta produttività del sostituto	0 0%	0 0%
COSTI GIUDIZIARI	Costi giudiziari	19.271 7,7%	9.647 8,1%
TOTALE		248.849 100%	119.979 100%

Tabella 4.9: Costi attesi prima e dopo l'intervento

A fronte di una spesa di 32.500€ è possibile prevedere un risparmio in 10 anni di 128.870€, evidenziando nettamente la convenienza dell'intervento ipotizzato (Figura 4.2).

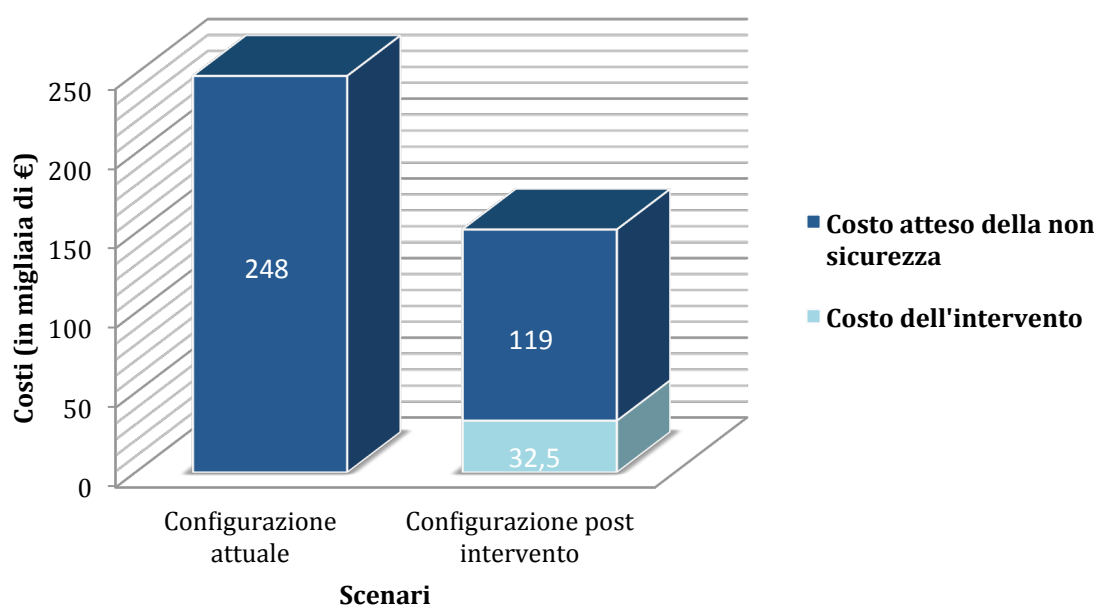


Figura 4.2: Risultato dell'analisi costi-benefici dell'intervento ipotizzato

4.5 Considerazioni riguardanti l'applicazione dello strumento

L'esempio applicativo ha consentito di mettere alla prova le procedure che permettono di arrivare alla stima dei costi della non sicurezza e all'analisi costi-benefici di un potenziale intervento di prevenzione/protezione.

Emerge chiaramente la semplicità e flessibilità di applicazione dello strumento, oltre alla facilità di lettura dei risultati forniti:

- Il campo di indagine viene stabilito a seconda degli interessi dei decision maker: è possibile valutare tutte le mansioni svolte in azienda, quelle più rischiose oppure quelle da loro considerate più critiche secondo altri criteri, consentendo così di non disperdere le risorse a disposizione; inoltre, si possono escludere dall'analisi le voci di costo considerate poco rilevanti nello specifico contesto produttivo;
- L'utilizzo di questionari consente al RSPP, o al referente dell'azienda con competenze nell'ambito della sicurezza, di raccogliere i dati richiesti secondo i propri tempi;
- I risultati stessi della stima guidano la scelta della mansione sui cui è prioritario intervenire e, a un livello di dettaglio maggiore, indicano quali rischi portano a conseguenze economiche più gravose;

- L'analisi costi-benefici di un intervento di miglioramento della sicurezza è facilmente eseguibile: è sufficiente confrontare il costo d'implementazione con la differenza tra i costi attesi allo stato attuale e quelli attesi tenendo conto dell'azione di prevenzione e/o protezione.

5 Conclusioni

In questo capitolo si espongono le conclusioni che è possibile trarre dal lavoro svolto: emerge un quadro composto sia da aspetti innovativi pensati ad hoc per venire incontro alle necessità delle aziende, sia da limiti sui quali lavorare per migliorare l'accuratezza del modello proposto.

Vengono inoltre forniti spunti interessanti per ciò che riguarda gli sviluppi futuri: la modellizzazione proposta vuole stimolare la ricerca sulla sicurezza, non essere un punto di arrivo.

Punti di Forza

Limiti

Sviluppi Futuri

Che gli infortuni sul lavoro abbiano un impatto sui bilanci delle aziende è ormai un fatto assodato; ciò che ancora risulta difficile capire è quanto questi mettano alla prova la salute finanziaria delle Imprese: la mancanza di una piena consapevolezza delle perdite subite porta a sottovalutare la questione e quindi a non fare il possibile per arginare questo drammatico fenomeno. La presente ricerca ha appunto perseguito l'obiettivo di realizzare uno strumento in grado di stimare l'entità delle ripercussioni economiche degli infortuni professionali, tenendo sempre ben presenti le esigenze delle aziende, in particolare quelle delle PMI.

Il modello a cui si è pervenuti si discosta in maniera significativa da quelli riportati in letteratura; nel corso della presente ricerca ci si è già soffermati sul principale aspetto innovativo dello strumento proposto: la possibilità di fare una stima dei costi della non sicurezza anche in realtà con una bassa frequenza di infortuni, basandosi su un chiaro cambio di visione rispetto al problema; non ci si rivolge più agli incidenti accorsi, ma si guarda a quelli che l'azienda può aspettarsi data la distribuzione del rischio rappresentata nel proprio DVR. Nel proseguo del capitolo verranno presi in esame altri punti di forza e i limiti che caratterizzano il modello, senza dimenticare gli sviluppi per la ricerca futura.

5.1 Punti di forza e limiti

Nonostante alcuni limiti, sono diversi i punti di forza dello strumento proposto, così come gli aspetti interessanti, anche a livello teorico, emersi dalla presente ricerca (Figura 5.1).

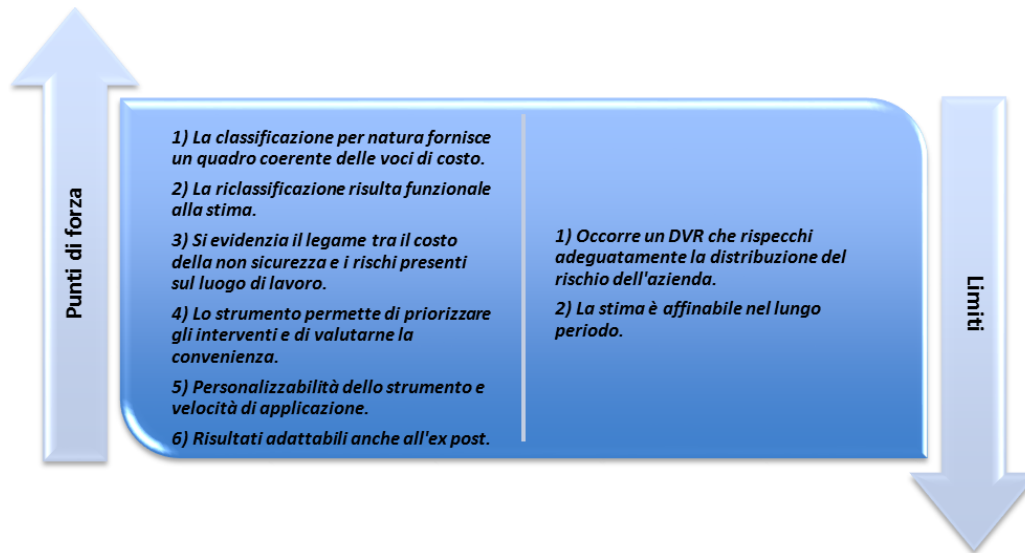


Figura 5.1: Punti di forza e limiti della ricerca

Un primo punto rilevante riguarda il lavoro svolto in merito alla classificazione delle voci di costo; la classificazione per natura consente di disporre di un quadro coerente dei costi sostenuti dalle aziende a causa degli infortuni, quadro che dall'analisi della letteratura è difficile avere: non è stata infatti riscontrata una classificazione completa dei costi categorizzati secondo la loro natura, mentre se ne trovano versioni semplificate e non esaustive. Altro elemento non riscontrato nelle ricerche precedenti è una classificazione che faciliti il processo di stima; la riclassificazione proposta, invece, consente di avere una visione tridimensionale delle voci di costo, informativa dei fattori che ne influenzano l'entità. A tal proposito, quanto appena citato è oggetto di un Paper che si intende presentare alla European Safety and Reliability Conference (ESREL – 2015); l'extended abstract, riportato in Appendice C, è già stato accettato, mentre l'articolo completo, riportato in Appendice D, è in corso di approvazione.

Ciò che invece l'analisi della letteratura ha consentito di fare è mettere in evidenza il legame tra il costo della non sicurezza e i rischi presenti sul luogo di lavoro: si tratta di un risultato di una certa importanza, in quanto mostra ai decision maker che le spese sostenute per migliorare le condizioni di sicurezza sono un investimento che potrebbe essere ripagato anche nel breve termine.

Questo però non sempre è sufficiente a stimolare azioni di miglioramento della sicurezza del luogo di lavoro: bisogna essere in grado di capire dove sia prioritario intervenire e quale azione risulti più conveniente; il modello di stima dei costi basato sul DVR, se applicato a tutte le mansioni svolte in azienda, fornisce una panoramica completa dei potenziali costi attesi per ciascuna di esse, indicando in questo modo su quale (o quali) concentrare le attività di prevenzione e/o di protezione. Lo strumento può essere usato anche per verificare la convenienza degli interventi ipotizzati, semplicemente riapplicandolo tenendo conto dei benefici che questi potrebbero apportare. La differenza con una stima ex post è evidente: sapere quanto è costato all'azienda un dato evento passato mette in guardia sull'impatto che gli infortuni hanno sul bilancio aziendale, ma non consente di operare a livello strategico, ovvero non permette di capire se effettivamente convenga investire per prevenire quel tipo di evento o se si è trattato di un episodio casuale; il modello proposto, affidandosi alla distribuzione del rischio, rende possibile valutare anche scenari che non sono avvenuti ma che se avvenissero causerebbero ingenti perdite, fornendo una previsione sull'entità delle stesse.

Lo strumento, per quanto offra valide e peculiari soluzioni al problema della stima dei costi della non sicurezza, non potrebbe risultare interessante per le aziende se non fosse anche efficiente: la semplificazione ricercata ha permesso di individuare le voci di costo più rilevanti e stimabili nell'ex ante, contribuendo, insieme con l'aggregazione, a snellire la struttura della stima, senza minarne l'efficacia. Questo, insieme al fatto che i dati necessari a effettuarla sono già disponibili o comunque facilmente reperibili, permette un'applicazione veloce, che consente di non disperdere le risorse preziose delle organizzazioni che ne fanno uso. Inoltre, l'impegno necessario alla stima può essere ridotto prendendo in considerazione le sole mansioni più rischiose, definibili come tali con l'aiuto del RSPP o di un referente dell'azienda con competenze nell'ambito della sicurezza. È anche possibile concentrare l'attenzione solo sui costi ritenuti interessanti dall'azienda, riducendo così il tempo necessario all'inizializzazione dei parametri incogniti. Lo strumento risulta quindi anche flessibile e personalizzabile, in grado di adattarsi agli interessi e alle esigenze della singola impresa.

I risultati a cui si è pervenuti possono essere comunque applicati anche a uno strumento che utilizza l'approccio ex post: è infatti sufficiente utilizzare i dati relativi al numero e alla

gravità degli infortuni presenti nello storico dell'azienda, mentre i valori degli stimatori dei parametri rimangono gli stessi in entrambe le prospettive.

Ci sono però anche dei limiti da segnalare: il primo, e forse il più importante, è che per avere dei risultati effettivamente rappresentativi della singola realtà aziendale bisogna disporre di un DVR che rispecchi fedelmente i rischi presenti nel luogo di lavoro; ciò che troppo spesso si riscontra è che il DVR sia stilato senza la cura e l'attenzione necessarie, o che venga utilizzato un format standard, andando così a rendere vana l'applicazione dello strumento che fornirebbe una visione distorta o comunque non veritiera della situazione dell'azienda. Il secondo limite è che la stima del costo della non sicurezza non ha un livello di precisione elevato, in quanto vengono utilizzati parametri il cui affinamento richiede anni; ciò che conta però è dare ai decision maker dei dati realistici che richiamino l'attenzione sull'importanza della prevenzione e che possano essere utilizzati per una valutazione costi-benefici di interventi in materia.

5.2 Sviluppi futuri

Il lavoro svolto presenta diversi possibili sviluppi, sia dal punto di vista della metodologia di analisi che da quello dell'applicazione dello strumento. Il filone di ricerca intrapreso si presenta, infatti, come nuovo rispetto alla letteratura passata, richiedendo quindi l'approfondimento e l'attuazione delle situazioni proposte.

Per quanto riguarda la metodologia di analisi è auspicabile mettere alla prova il lavoro effettuato sulle voci di costo, in particolare sulla rilevanza e sulla stimabilità (sia nell'ex ante che nell'ex post), per verificare che le voci che si è deciso di considerare siano effettivamente quelle più gravose per le aziende e stimabili con maggiore accuratezza. A questo proposito potrebbe essere utile determinare delle funzioni di costo che permettano di stimare i costi esclusi dal processo di semplificazione, in quanto alcune aziende potrebbero comunque essere interessate a valutarne l'entità.

Un'altro aspetto fondamentale della ricerca futura è il miglioramento dei parametri e della forma delle funzioni di costo: per quanto riguarda i primi è necessario un processo di tuning interno all'azienda, in cui si affina il valore assegnato ai parametri inizializzati tenendo conto dei costi che vengono sostenuti nella realtà, andando quindi verso il funzionamento a regime. Sul versante delle funzioni è possibile invece "aggiornarne" la

forma, qualora il confronto tra i costi attesi con i costi che effettivamente insorgono a fronte degli infortuni sia significativamente diverso; inoltre la funzione può essere modificata inserendo nuovi parametri che rappresentano fattori di contesto che hanno un'influenza sulla voce di costo considerata.

5.3 Conclusioni

Riassumendo, la modellizzazione proposta ha permesso di:

- Identificare i costi sostenuti dalle imprese, i criteri per classificarli e le metodologie per quantificarli, attraverso un'analisi critica ed esaustiva della letteratura;
- Compiere una svolta rispetto ai metodi di stima tradizionali, resa possibile dall'utilizzo del DVR;
- Definire un metodo di stima efficiente, con il supporto del Focus Group;
- Stabilire un processo di funzionamento che consente di migliorare continuamente l'accuratezza dei risultati forniti.

Lo scopo ultimo è quello di stimolare gli investimenti nella prevenzione e nella protezione dei lavoratori, poiché:

**IL RISCHIO ZERO È UN'UTOPIA,
L'INFORTUNIO ZERO LO È MENO.
L'ABBATTIMENTO DEI COSTI DELLA NON
SICUREZZA È ALLA PORTATA DI TUTTI E
PUÒ DARE RISULTATI RILEVANTI.**

Bibliografia

Aaltonen, M. V., & Miettinen, J. (1997). Computer-aided calculation of accident costs. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 7(2), 67-78.

Aaltonen, M. V., Uusi-Rauva, E., Saari, J., Antti-Poika, M., Räsänen, T., & Vinni, K. (1996). The accident consequence tree method and its application by real-time data collection in the Finnish furniture industry. *Safety science*, 23(1), 11-26.

Amador-Rodezno, R. (2005). An overview to CERSSO's self evaluation of the cost-benefit on the investment in occupational safety and health in the textile factories: "a step by step methodology". *Journal of safety research*, 36(3), 215-229.

Bird, F. E., & Germain, G. L. (1966). *Damage control: A new horizon in accident prevention and cost improvement*. New York: American Management Association.

Boden, L. I. (2005). Running on empty: families, time, and workplace injuries. *American journal of public health*, 95(11), 1894.

Brody, B., Létourneau, Y., & Poirier, A. (1990). Le cout des accidents du travail: Etat des connaissances. *Relations Industrielles/Industrial Relations*, 94-117.

Brown, J. A., Shannon, H. S., Mustard, C. A., & McDonough, P. (2007). Social and economic consequences of workplace injury: A population-based study of workers in British Columbia, Canada. *American journal of industrial medicine*, 50(9), 633-645.

Butcher, F. (2004). Aftermath: using research to understand the social and economic consequences of workplace injury and illness. *Social Policy Journal of New Zealand*, 181.

Cagno, E., Micheli, G. J., Masi, D., & Jacinto, C. (2013). Economic evaluation of OSH and its way to SMEs: A constructive review. *Safety science*, 53, 134-152.

Corazza, L. (2009). *Quanto costa la "non sicurezza" sul lavoro?*
<http://www.nelmerito.com>

Corcoran, D. (2002). The value of estimating the hidden costs of accidents. *Occupational health & safety (Waco, Tex.)*, 71(9), 26.

DeVol, K. (1985). *In come replacement for short-term disability: The role of workers' compensation*. Cambridge, MA: Workers' Compensation Research Institute.

Dembe, A. E. (2001). The social consequences of occupational injuries and illnesses.

American journal of industrial medicine, 40(4), 403-417.

Dorman, P. (2000). *The economics of safety, health, and well-being at work: an overview*. Geneva: ILO.

European Agency for Safety and Health at Work (2008), "The business benefits of good occupational safety and health", Factsheet 77.
<http://osha.europa.eu/en/publications/factsheets/77/view> .

Gavious, A., Mizrahi, S., Shani, Y., & Minchuk, Y. (2009). The costs of industrial accidents for the organization: developing methods and tools for evaluation and cost-benefit analysis of investment in safety. *Journal of loss prevention in the process industries*, 22(4), 434-438.

Head, L., & Harcourt, M. (1997, January). The direct and indirect costs of workplace accidents in New Zealand. In *AIRAANZ Conference, Brisbane, AU*.

Hasle, P., Kines, P., & Andersen, L. P. (2009). Small enterprise owners' accident causation attribution and prevention. *Safety Science*, 47(1), 9-19.

Heinrich, H. (1959). *Industrial Accident Prevention*. NY: Mc Graw-Hill Book Co., New York.

Hinze, J. (1991). *Indirect costs of construction accidents*. University of Texas.

Jallon, R., Imbeau, D., & de Marcellis-Warin, N. (2011). Development of an indirect-cost calculation model suitable for workplace use. *Journal of safety research*, 42(3), 149-164.

LaBelle, J. E. (2000). What do accidents truly cost? Determining Total Incident Costs. *Professional Safety*, 45(4), 38-42.

Laufer, A. (1987). Construction safety: economics, information and management involvement. *Construction Management and Economics*, 5(1), 73-90.

Leopold, E., & Leonard, S. (1987). Costs of construction accidents to employers. *Journal of Occupational Accidents*, 8(4), 273-294.

Leigh, J. P. (2011). Economic burden of occupational injury and illness in the United States. *Milbank Quarterly*, 89(4), 728-772.

Leigh, J. P., Cone, J. E., & Harrison, R. (2001). Costs of occupational injuries and illnesses in California. *Preventive Medicine*, 32(5), 393-406.

Leigh, J. P., Markowitz, S. B., Fahs, M., Shin, C., & Landrigan, P. J. (1997). Occupational injury and illness in the United States: estimates of costs, morbidity, and mortality. *Archives of Internal Medicine*, 157(14), 1557-1568.

Leigh, J. P., Waehrer, G., Miller, T. R., & McCurdy, S. A. (2006). Costs differences across demographic groups and types of occupational injuries and illnesses. *American journal of industrial medicine*, 49(10), 845-853.

Micheli, G.J.L., Cagno, E., 2010. Dealing with SMEs as a whole in OHS issues: warnings from empirical evidence. *Safety Science* 48 (6), 729–733.

Miller, T. R. (1997). "Estimating the Costs of Injury to U.S. Employers." *Journal of Safety Research*, 28, 1-13.

Miller, T. R., & Galbraith, M. (1995). Estimating the costs of occupational injury in the United States. *Accident Analysis & Prevention*, 27(6), 741-747.

Miller, T. R., & Rossman, S.B. (1990). *Safety programs: saving money by saving lives*. Best's safety directory 1991 (vol. I., pp. 52-59). Oldwick. NJ: Best Publishing.

Monnery, N. (1998). The costs of accidents and work-related ill-health to a cheque clearing department of a financial services organisation. *Safety science*, 31(1), 59-69.

Mossink, J. C. M., & de Greef, M. (2002). *Inventory of socioeconomic costs of work accidents*. Office for Official Publications of the European Communities.

Neville, H. (1998). Workplace accidents: They cost more than you might think. *Industrial Management*, 40(1), 7-9.

Osterhauadt, M. (2002). *Analysis of accident cost and comparison with available research*. <https://ritdml.rit.edu/handle/1850/14779>

Oxenburgh, M., & Marlow, P. (2005). The "productivity assessment tool": computer-based cost benefit analysis model for the economic assessment of occupational health and safety interventions in the workplace. *Journal of safety research*, 36(3), 209-214.

Pathak, M. (2008). The Costs to Employers in Britain of Workplace Injuries and Work-Related Ill-Health in 2005/06. *Health and Safety Executive Discussion Paper Series*, (2).

Pujol, L., & Maroto, V., *Indicadores para la valoracion de intangibles en prevencion*, NTP 640, INSHT.

Reville, R. T., Bhattacharya, J., & Sager Weinstein, L. R. (2001). New methods and data sources for measuring economic consequences of workplace injuries. *American journal of industrial medicine*, 40(4), 452-463.

Riel, P., & Imbeau, D. (1998). How to allocate the health and safety insurance cost within the firm. *Journal of Safety Research*, 29(1), 25–34.

Rikhardsson, P. M. (2004a). Accounting for the cost of occupational accidents. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 11(2), 63-70.

Rikhardsson, P. M., & Impgaard, M. (2004b). Corporate cost of occupational accidents: an activity-based analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 36(2), 173–182.

Simonds, R. H., & Grimaldi, J. V. (1956). *Safety management: Accident cost and control*. RD Irwin.

Sun, L., Paez, O., Lee, D., Salem, S., & Daraiseh, N. (2006). Estimating the uninsured costs of work-related accidents, part I: a systematic review. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 7(3), 227-245.

Uusi-Rauva, E., Aahonen, M., & Saari, J., (1988). *The method for evaluating the accident consequence costs at company level*. TETA Report 105. Helsinki University of Technology, Laboratory of Industrial Economics. Gtaniemi.

Valenti, A., Rondinone, B., & Iavicoli, S., (2008). *Salute e sicurezza sul lavoro*. http://www.bollettinoadapt.it/old/files/document/17722Ispesl_salute_e_.pdf

Appendici

Appendice A: Descrizioni e citazioni delle voci di costo rilevate in letteratura

Denominazione	Descrizione	Referenze
Costi amministrativi	Voce di costo quasi sempre presente in caso di infortunio (Jallon, 2011) e che considera vari elementi: l'impostazione e il controllo dei dati, la compilazione dei registri e delle statistiche sugli incidenti, la creazione di report, le richieste di indennizzo all'assicurazione, la stesura dei report riguardanti l'investigazione delle cause da mandare alla compagnia assicurativa e alle agenzie normative, la gestione del programma di compensazione dei lavoratori, ecc. (Jallon, 2011; Leigh, 2001, 2006; Miller, 1995; Neville, 1998). Il costo aumenta al crescere della severità dell'infortunio (Sun, 2006) e dipende dalla paga del personale amministrativo. Secondo Rikhardsson (2004b) si tratta di un costo nascosto fisso e in un'analisi da lui condotta è emerso che si tratta della terza categoria di costo più rilevante in caso di infortunio. Tale categoria riflette le dimensioni dell'azienda e la portata del sistema Sicurezza e Salute: compagnie grandi hanno maggiori procedure amministrative e un sistema Sicurezza e Salute più grande, perciò costi maggiori rispetto a una piccola azienda in cui il proprietario è l'unico che si occupa di questo ambito.	• Jallon, 2011 • Leigh, 2001; 2006 • Miller, 1995 • Neville, 1998 • Rikhardsson, 2004b • Sun, 2006
Costi del turnover	Condizioni di lavoro non accettabili, dovute ad una situazione infortunistica severa, causano un alto turnover, che implica dei costi di gestione e di rimpiazzo. È uno dei costi nascosti più difficilmente quantificabili e consistenti (Jallon, 2011; Oxenburgh, 2005).	• Jallon, 2011 • Oxenburgh, 2005
Costi di comunicazione	Include comunicazioni formali ai dipendenti, al personale e alla direzione e anche comunicazioni informali tra dipendenti. Aziende grandi hanno più procedure formali di comunicazione al personale e alla direzione (Rikhardsson, 2004b). Nella ricerca effettuata dallo stesso autore è emerso che si tratta di un costo non rilevante.	• Rikhardsson, 2004b
Costi di prevenzione	Spese per introdurre misure di sicurezza, inserire nuove procedure e svolgere corsi e addestramento per prevenire ulteriori incidenti; comprende i costi per monitorare i risultati (Neville, 1998). Costo poco rilevante se legato al singolo evento, infatti l'addestramento e l'educazione alla sicurezza raramente vengono intrapresi a causa di un singolo incidente, ma riguardano il lavoro del reparto Sicurezza e Salute (Rikhardsson, 2004a).	• Neville, 1998 • Rikhardsson, 2004a
Costi di produzione	Mancati introiti causati da un calo di produzione dovuto all'infortunio (Rikhardsson, 2004a). Comprende varie voci tra cui gli straordinari, la perdita di abilità specifiche, la produttività persa da supervisori e colleghi, la mancata produzione, il reclutamento e l'addestramento di sostituti (Miller, 1995). Costo non presente nella contabilità, non esplicitamente misurato (Bird, 1966; Jallon, 2011) e non assicurato (Sun, 2006).	• Bird, 1966 • Jallon, 2011 • Miller, 1995 • Rikhardsson, 2004a • Rikhardsson, 2004b

Denominazione	Descrizione	Referenze
	<i>Si tratta di un costo nascosto molto rilevante (Rikhardsson, 2004a), la cui dimensione dipende da chi si è infortunato, dal suo salario, dalla natura delle operazioni e dall'esistenza di un surplus produttivo nella compagnia (Rikhardsson, 2004b).</i> <i>Aumenta al crescere della severità dell'infortunio, quindi il tipo di infortunio può predire la sua dimensione (Sun, 2006).</i>	• Sun, 2006
Costi sanitari	<i>Voce di costo che considera: Il materiale per il primo soccorso, l'eventuale pulizia, il tempo speso per fornire le cure mediche e il trasporto al pronto soccorso (Gavious, 2009; LaBelle, 2000; Sun, 2006).</i> <i>Attraverso il premio assicurativo il datore di lavoro paga buona parte delle spese mediche per l'ospedale e delle spese secondarie legate all'infortunio (Jallon, 2011; Miller, 1997).</i> <i>Si tratta di un esborso definito di denaro (Heinrich, 1959) presente nei libri contabili (Bird, 1966). Spesa monetaria diretta (Aaltonen, 1996), facile da identificare e assicurata (Gavious, 2009; Sun, 2006).</i>	• Aaltonen, 1996 • Bird, 1966 • Gavious, 2009 • Heinrich, 1959 • Jallon, 2011 • LaBelle, 2000 • Miller, 1997 • Sun, 2006
Costo del premio assicurativo	<i>I costi diretti degli infortuni professionali di solito includono i risarcimenti all'infortunato, le spese mediche e di ospedalizzazione. Nei paesi sviluppati questi costi sono coperti da assicurazioni private o governative (Gavious, 2009).</i> <i>Il datore di lavoro paga un premio assicurativo che, di norma, riflette il rischio connesso alle attività della compagnia; questo premio annuale è l'unica spesa chiaramente identificabile collegata alla situazione infortunistica che la contraddistingue (Jallon, 2011).</i> <i>Il premio assicurativo è un costo diretto ex ante, in quanto pagato prima dell'accadimento dell'infortunio (Reville, 2001).</i>	• Gavious, 2009 • Jallon, 2011 • Reville, 2001
Costo del tempo non produttivo dell'infortunato	<i>Consiste nello stipendio pagato all'infortunato nel periodo di assenza (Head, 1997; Laufer, 1987; Oxenburgh, 2005; Rikhardsson, 2004b).</i> <i>In Italia il giorno dell'incidente viene pagato al 100%, i successivi 3 giorni vengono pagati al 60%, dopo di che interviene la copertura INAIL. Se la politica aziendale lo prevede possono esserci delle integrazioni del reddito.</i> <i>Inoltre, bisogna tenere conto dei permessi presi dall'infortunato per le visite e i trattamenti medici (Head, 1997).</i> <i>Si tratta di un costo assicurato (DeVol, 1985; Sun, 2006), presente nei libri contabili (Bird, 1966; Heinrich, 1959) e quindi facile da identificare (Gavious, 2009).</i> <i>Voce di costo sempre presente in caso di infortunio (Aaltonen, 1996) ed è ritenuta la più gravosa per il datore di lavoro (Monnery, 1998; Rikhardsson, 2004a).</i>	• Aaltonen, 1996 • Bird, 1966 • DeVol, 1985 • Gavious, 2009 • Head, 1997 • Heinrich, 1959 • Laufer, 1987 • Monnery, 1998 • Oxenburgh, 2005 • Rikhardsson, 2004a • Rikhardsson, 2004b
Costo del tempo perso da altri operatori	<i>Tempo perso dai colleghi dell'infortunato assistendo all'incidente, prestando soccorso o parlando dell'evento (Leigh, 1997; Neville, 1998).</i> <i>La perdita di produttività dipende dal numero di persone esposte direttamente o meno all'evento: bisogna considerare non solo quelle che sono sul luogo dell'infortunio, ma anche le persone la cui produttività può essere influenzata dal venire a conoscenza dell'incidente (Miller, 1997;</i>	• Aaltonen, 1996 • Jallon, 2011 • Leigh, 1997 • Miller, 1997 • Neville, 1998

Denominazione	Descrizione	Referenze
	<i>Rikhardsson, 2004b; Sun, 2006).</i> <i>Costo nascosto consistente (Jallon, 2011; Rikhardsson, 2004a), sempre presente, aumenta con l'aumentare dell'assenza dell'infortunato (Aaltonen, 1996).</i>	• Rikhardsson, 2004a • Rikhardsson, 2004b • Sun, 2006
Costo del tempo perso da supervisori e dirigenti	<i>I supervisori e i dirigenti perdono tempo assistendo il lavoratore infortunato, riprogrammando la produzione, assumendo e addestrando rimpiazzati, partecipando a riunioni ed elaborando report (Gavious, 2009; LaBelle, 2000; Leigh, 2001; 2006; Miller, 1997; Rikhardsson, 2004b; Sun, 2006). Per Rikhardsson (2004b) si tratta di un costo fisso amministrativo. È un costo nascosto consistente (Oxenburgh, 2005), difficile da quantificare e sempre presente in caso di infortunio (Jallon, 2011).</i>	• Gavious, 2009 • Jallon, 2011 • LaBelle, 2000 • Leigh, 2001; 2006 • Miller, 1997 • Oxenburgh, 2005 • Rikhardsson, 2004b • Sun, 2006
Costo di follow-up	<i>Tempo speso per documentare l'incidente, identificare le cause e sviluppare azioni correttive. Voce di costo associata ai costi amministrativi (Rikhardsson, 2004a).</i>	• Rikhardsson, 2004a
Costo di reputazione	<i>Mancati guadagni dovuti alla perdita di business in seguito all'identificazione del nome dell'azienda con una situazione infortunistica non accettabile (Aaltonen, 1996; Osterhauadt, 2002). Danni alla reputazione aziendale possono sfociare in un dirottamento di clienti verso concorrenti competitivi (Gavious, 2009). È uno dei costi nascosti più difficilmente quantificabili (Andreoni, 1986; Hinze, 1991, Jallon, 2011)</i>	• Aaltonen, 1996; • Andreoni, 1986; • Gavious, 2009; • Jallon, 2011; • Hinze, 1991; • Osterhauadt, 2002.
Costo di selezione e reclutamento	<i>Il reclutamento e la selezione di nuovi dipendenti per rimpiazzare le vittime di incidenti sul lavoro implica personale, tempo, pubblicità e altri costi (Gavious, 2009; Head, 1997). Il costo potrebbe aumentare in relazione alla situazione del mercato del lavoro, alle abilità richieste e alla prassi aziendale per le assunzioni. Per le posizioni che implicano abilità maggiori potrebbe essere necessario assumere qualcuno per una posizione più bassa e spostare diversi lavoratori in alto per il tempo necessario (Osterhauadt, 2002). In genere sono le piccole aziende a ricorrere all'assunzione di nuovo personale, piuttosto che le medie aziende (Rikhardsson, 2004b). Si tratta di un costo nascosto consistente in specifiche situazioni (Oxenburgh, 2005; Rikhardsson, 2004a), determinato dal salario dell'infortunato e che aumenta al crescere della severità dell'infortunio (Sun, 2006).</i>	• Gavious, 2009 • Head, 1997 • Osterhauadt, 2002 • Oxenburgh, 2005 • Rikhardsson, 2004a • Rikhardsson, 2004b • Sun, 2006
Costo legale	<i>Spese per sostenere procedimenti legali e per difendersi da eventuali accuse di negligenza (Neville, 1998). I procedimenti legali sono considerati da alcuni autori una conseguenza monetaria diretta (Aaltonen, 1996), mentre da altri sono visti come un costo indiretto associato ai costi amministrativi (Miller, 1995). È un costo che aumenta al crescere della severità dell'infortunio (Sun,</i>	• Aaltonen, 1996 • Miller, 1995 • Neville, 1998 • Sun, 2006

Denominazione	Descrizione	Referenze
	2006).	
Costo per addestramento del sostituto	L'assunzione di sostituti, sia temporanea che permanente, rende necessario un addestramento (Miller, 1990), il cui costo dipende dalla difficoltà della mansione e dal tempo impiegato a raggiungere una certa autonomia (Rikhardsson, 2004b). Costo non presente nella contabilità, non esplicitamente misurato (Bird, 1966); è considerata una voce di costo nascosta consistente in specifiche situazioni (Aaltonen, 1996; Oxenburgh, 2005).	• Aaltonen, 1996 • Bird, 1966 • Miller, 1990 • Oxenburgh, 2005 • Rikhardsson, 2004b
Costo per aumento del premio assicurativo	Si intende l'aumento dei premi assicurativi dovuto agli infortuni (Osterhauadt, 2002); il costo dell'assicurazione in genere cresce in base al numero di incidenti e al numero delle richieste di rimborso (Riel, 1998). Il suo impatto dipende dalla natura della polizza di assicurazione e dalla frequenza degli incidenti (Miller, 1997). La quota annuale che una compagnia paga come premio assicurativo varia secondo una stima dei giorni di assenza, dei giorni di ospedalizzazione, della severità dell'incidente, dei potenziali processi e dei danni ad attrezzature, prodotti e strutture (Gavious, 2009). Le polizze assicurative sono specifiche per ciascuna compagnia, non possono essere genericamente rappresentate, però il tipo di industria è un predittore generico che può dare conto delle maggiori differenze in termini di benefit (Sun, 2006). Da alcuni autori è considerato un costo diretto in quanto il premio varia di anno in anno a seconda degli eventi accorsi l'anno precedente. Poiché l'aumento del premio è causato direttamente dall'incidente, la differenza fra il pagamento precedente e quello successivo può essere visto come costo diretto (Aaltonen, 1997; Gavious, 2009; Uusi-Rauva, 1988). Per altri autori, invece, si tratta di un costo indiretto in quanto non è semplice identificare la relazione tra incidenti e aumento del costo assicurativo, poiché tale assicurazione spesso fa parte di un pacchetto assicurativo che copre altri elementi, per cui l'azienda paga un unico premio; ciò rende complicato isolare l'aumento del costo dovuto agli infortuni (Rikhardsson, 2004b).	• Aaltonen, 1997 • Gavious, 2009 • Miller, 1997 • Osterhauadt, 2002 • Riel, 1998 • Sun, 2006 • Rikhardsson, 2004b • Uusi-Rauva, 1988
Costo per cancellazione di ordini e pagamento penali	Il calo della produzione dovuto ad una situazione infortunistica grave può portare all'impossibilità di completare gli ordinativi in tempo (Osterhauadt, 2002; Jallon, 2011). Questo porta al pagamento di penali e perdita di bonus (Miller, 1990). Il cliente danneggiato può cancellare i contratti o pretendere prezzi più bassi; si tratta perciò di mancati guadagni (Aaltonen, 1997; Gavious, 2009).	• Aaltonen, 1996 • Gavious, 2009 • Jallon, 2011 • Miller, 1990 • Osterhauadt, 2002
Costo per danni ad attrezzature e macchinari	Costi per riparare danni ad attrezzature e macchinari conseguenti all'incidente (Osterhauadt, 2002). Bisogna considerare anche il tempo per ordinare, trasportare e testare i nuovi macchinari (Neville, 1998). Secondo alcune fonti sono costi diretti (Leigh, 1997) facilmente identificabili (Gavious 2009), presenti nei libri contabili (Bird, 1966) e solitamente assicurati (Sun, 2006); per altri, invece, si tratta di costi indiretti (Dorman, 2000; Hinze, 1991; Head, 1997; Laufer, 1987; Leopold, 1987) e difficili da estrarre dalla contabilità aziendale, infatti il costo è	• Bird, 1966 • Dorman, 2000 • Gavious, 2009 • Hinze, 1991 • Head, 1997 • Laufer, 1987 • Leigh, 1997 • Leopold, 1987

Denominazione	Descrizione	Referenze
	presente nei registri come costo di manutenzione ma è complicato isolare e quantificare la porzione causata dagli incidenti (Rikhardsson, 2004a). Sono costi che diventano significativi in specifiche situazioni e quindi dipendono più che altro dalla tipologia dell'incidente e dalle circostanze in cui avviene (Oxenburgh, 2005).	• Neville, 1998 • Oxenburgh, 2005 • Osterhaut, 2002 • Rikhardsson, 2004a • Sun, 2006
Costo per danni al prodotto	Costo dovuto al danneggiamento di prodotti conseguentemente all'incidente (Bird, 1966). Il costo comprende i prodotti da scartare e da rilavorare, i danni ai prodotti intermedi e finiti (Aaltonen, 1996; 1997; Osterhaut, 2002). Considerato costo assicurato e diretto da alcuni (Sun, 2006; Miller, 1997), mentre per altri rimane un costo nascosto consistente, non semplice da quantificare (Oxenburgh, 2005).	• Aaltonen, 1996;1997 • Bird, 1966 • Miller, 1997 • Oxenburgh, 2005 • Osterhaut, 2002 • Sun, 2006
Costo per danni alle strutture	Il danno alle strutture rappresenta un costo nascosto significativo in specifiche situazioni (Osterhaut, 2002; Oxenburgh, 2005).	• Osterhaut, 2002 • Oxenburgh, 2005
Costo per danni materiali	Costo derivante da danni a prodotti, attrezzature e materiali; include anche il costo della pulizia dell'area coinvolta (Gavious, 2009). Viene considerato un costo diretto (Gavious, 2009; Leigh, 2001; 2006). Dipende dalla natura del lavoro, infatti nel dipartimento finanziario preso in esame in una ricerca di Monnery (1998), il costo per i danni ai materiali risulta bassissimo nel periodo in esame.	• Gavious, 2009 • Leigh, 2001;2006 • Monnery, 1998
Costo per diminuzione del morale dei dipendenti	Una situazione infortunistica severa può colpire il morale, l'impegno e la motivazione dei lavoratori, cambiando la percezione del rischio associata al proprio lavoro. I possibili effetti sono un calo della produttività (in termini non solo quantitativi ma anche qualitativi), assenze dal lavoro, ritardi e un maggiore turnover (Sun, 2006). Inoltre, i dipendenti potrebbero richiedere aumenti salariali a causa della pericolosità del luogo di lavoro. La stima numerica non è possibile dato che si tratta di un costo emotivo e psicologico (Andreoni, 1986; Gavious, 2009; Rikhardsson, 2004a). Viene considerato un costo nascosto potenzialmente elevato in specifiche situazioni (Jallon, 2011; Oxenburgh, 2005).	• Andreoni, 1986 • Gavious, 2009 • Jallon, 2011 • Oxenburgh, 2005 • Rikhardsson, 2004a • Sun, 2006
Costo per investigazione incidente	Tempo speso da supervisori e colleghi per investigare sull'incidente (Gavious, 2009; Leigh, 2001; 2006). L'investigazione serve a definire le cause dell'incidente e a completare la documentazione amministrativa e legale associata all'infortunio (Jallon, 2011). Può essere inoltre necessaria per difendersi contro assegnazioni di responsabilità. Anche gli assicuratori o chi segue le richieste di risarcimento potrebbero investigare, facendo pesare il costo dell'investigazione al datore di lavoro come spesa per l'amministrazione della richiesta di risarcimento (Miller, 1997).	• Aaltonen, 1996 • Bird, 1966 • Gavious, 2009 • Head, 1997 • Jallon, 2011 • Leigh, 2001;2006 • Miller, 1997

Denominazione	Descrizione	Referenze
	<i>Si tratta di un'attività frequente dopo l'infortunio (Aaltonen, 1996), certamente indispensabile in caso di infortunio grave o morte (Head, 1997). Costo difficile da isolare e quantificare secondo Bird (1966); viene però stimato in una ricerca di Miller (1995).</i>	1995;1997
Costo di mancata produzione	Costo dovuto al rallentamento del lavoro in attesa del ritorno dell'infortunato (Miller, 1990; Sun, 2006).	• Miller, 1990 • Sun, 2006
Costo per multe e risarcimenti	<i>Se l'incidente è dovuto a violazioni delle procedure di sicurezza o a un mancato rispetto delle leggi, l'organizzazione può essere esposta a multe e a una richiesta di risarcimento da parte delle autorità (Head, 1997; Osterhaut, 2002; Rikhardsson, 2004b). Considerato costo diretto da alcuni (Aaltonen, 1996; Gavius, 2009), costo nascosto da altri (Rikhardsson, 2004a).</i>	• Aaltonen, 1996 • Gavius, 2009 • Head, 1997 • Osterhaut, 2002 • Rikhardsson, 2004a • Rikhardsson, 2004b
Costo per ridotta produttività del sostituto	<i>I rimpiazzati per gli infortunati costituiscono un costo per la produzione poiché meno abili o bisognosi di un periodo di integrazione. Inoltre alcuni impiegati hanno capacità non sostituibili (Miller, 1990). La ridotta produttività del sostituto, causata dalla scarsa esperienza, costituisce un mancato guadagno per l'impresa. Si tratta di un costo indiretto che dipende dalla difficoltà della mansione e dal tempo impiegato a raggiungere la piena produttività (Rikhardsson, 2004b).</i>	• Miller, 1990 • Rikhardsson, 2004b
Costo per ridotta produttività dell'infortunato	<i>Il datore di lavoro perde produttività quando un dipendente lavora al di sotto delle sue capacità o è assegnato ad attività meno impegnative a causa dell'infortunio (LaBelle, 2000; Miller, 1997; Neville, 1998). Si tratta di una perdita considerata consistente (Aaltonen, 1996).</i>	• Aaltonen, 1996 • LaBelle, 2000 • Miller, 1997 • Neville, 1998
Costo per straordinari	<i>Durante l'assenza temporanea dell'infortunato, i colleghi potrebbero dover assumere un maggior carico di lavoro. Di conseguenza il datore di lavoro dovrebbe pagare degli straordinari (Miller, 1997). Si tratta di un costo nascosto rilevante (Oxenburgh, 2005), in cui ci si imbatte spesso dopo un infortunio (Aaltonen, 1996; Jallon, 2011; Neville, 1998).</i>	• Aaltonen, 1996 • Jallon, 2011 • Miller, 1997 • Neville, 1998 • Oxenburgh, 2005

Appendice B: Presa di posizione necessaria alla riclassificazione delle voci di costo.

Denominazioni	Presa di posizione
Costo del personale amministrativo	<i>Viene ritenuto un costo fisso secondo la durata dell'assenza, in quanto la gestione del caso dipende dalla prassi aziendale e dalla struttura amministrativa, non dalla gravità degli infortuni. Si ipotizza anche un'influenza della dimensione dell'azienda, ritenendo valido quanto detto da Rikhardsson (2004b) sui costi amministrativi: aziende più grandi hanno più procedure amministrative da smaltire; si tratta perciò anche di un costo di disturbo.</i>
Costo per investigazione interna dell'incidente	<i>Considerato costo fisso secondo la durata dell'assenza in quanto viene ipotizzato che il tempo dedicato all'investigazione dipenda dalla difficoltà nel rilevare le cause dell'infortunio, non dalla portata delle sue conseguenze.</i>
Costo di mancata produzione	<i>Si ipotizza che sia un costo variabile secondo la durata dell'assenza, in quanto più sono i giorni di infortunio maggiori sono le difficoltà a coprire le posizioni lasciate vacanti dal personale infortunato. Inoltre, è possibile ipotizzare una dipendenza del costo dalla dimensione dell'azienda: imprese con pochi dipendenti possono aver maggiori difficoltà a coprire la mancata produzione dovuta all'infortunio.</i>
Costo per ridotta produttività dell'infortunato	<i>Costo determinato dal fatto che dopo l'infortunio le capacità produttive dell'infortunato sono diminuite; è ipotizzabile quindi un legame con la severità dell'infortunio. Verrà considerato come un costo variabile secondo la durata dell'assenza.</i>
Costo per scioperi	<i>Costo variabile secondo la situazione infortunistica, in quanto legato a un quadro infortunistico non accettabile, in particolare in termini di gravità degli eventi.</i>
Costo per straordinari	<i>Si può ipotizzare che il costo dipenda anche dalla mansione, in quanto il lavoratore assente probabilmente sarà sostituito da lavoratori con lo stesso ruolo, determinando così la retribuzione dovuta per le ore straordinarie. Si tratta perciò di un costo di disturbo.</i>
Costo per addestramento sostituto	<i>Il costo dipende anche dalla gravità dell'infortunio, infatti solo per assenze prolungate verranno assunti rimpiazzati che necessitano di formazione. Pertanto si tratta di un costo variabile secondo la durata dell'assenza.</i>
Costo per ridotta produttività del sostituto	<i>Il costo dipende anche dalla gravità dell'infortunio, infatti solo per assenze prolungate verranno assunti e utilizzati rimpiazzati con abilità insufficienti per lavorare sin da subito a pieno regime. Viene considerato perciò un costo variabile secondo la durata dell'assenza.</i>
Costi per multe e risarcimenti	<i>Anche se non riscontrato in letteratura questa voce di costo è da considerare variabile secondo la durata dell'assenza in quanto, in caso di provata responsabilità dell'azienda, i risarcimenti sono proporzionali ai danni subiti dall'infortunato.</i>
Costi sanitari	<i>Questa voce viene proposta come costo variabile secondo la durata dell'assenza, ipotizzando che il costo dell'intervento in termini di materiali di primo soccorso, trasporti e tempo speso per fornire le prime cure dipendano dalla gravità dell'evento.</i>

Appendice C: Extended Abstract approvato da ESREL 2015.

Non-Safety costs: a proposal of reclassification to facilitate the estimate of the economic consequences of occupational injuries

G.J.L. Micheli, E. Cagno & V. Ferrandi
Politecnico di Milano, Milano, Italy

Extended Abstract

Background. Estimating the economic impact of occupational accidents is a really demanding task for companies that often turns out to be impossible. Often, applying the tools available to assess the impact of such events requires data and resources that enterprises, especially small and medium-sized ones (SMEs), don't have. The number of classifications of non-safety costs proposed in the literature, still being well descriptive, do not deal with such a problem: indeed, they usually refer to several aspects of the nature of cost items, without being functional to their appraisal.

Purpose. The paper aims at achieving a reclassification of non-safety costs being highly informative but still lean, able to facilitate the estimate of such costs, considering only those items relevant to enterprises and possible to be appraised accurately.

Methodology. A systematic review of literature has been conducted to identify which are the cost items incurred by enterprises because of occupational injuries and the existing criteria to classify them. The cost items have been then rearranged in a new framework able to classify them by two estimate drivers that are usually and easily available in an enterprise, i.e. risk dimensions (frequency and magnitude of injuries).

Findings. The review enables to identify which non-safety cost items are not relevant to enterprises, and which ones depending on the same estimate driver could be grouped and merged.

The reclassification enables also to understand whether: a cost item is variable or fixed with respect to the estimate driver considered (e.g., whether it is affected by the length of absence of the injured person); it is a disturbance cost, or rather, if it depends on type of job of the injured person and/or the type of the injury itself; and, finally, it derives from the accident or even from the accident context, distinguishing the costs arisen as a result of an injury from those emerged in the long run as a result of the general cumulation of injuries.

Research Value. What emerges from this research can be very interesting for safety managers who want to make an appraisal of the costs of occupational injuries. Indeed, there are clear indications of which cost items should be considered and the variables affecting them (i.e. estimate drivers) that are easily available in enterprises of any size, even in SMEs. Therefore, the framework for the fulfilment of an efficient, accurate and adaptable tool of analysis has been set.

Appendice D: Paper presentato a ESREL 2015.

Non-Safety costs: a proposal of reclassification to facilitate the estimate of the economic consequences of occupational injuries

G.J.L. Micheli, E. Cagno & V. Ferrandi
Politecnico di Milano, Milano, Italy

Abstract: Estimating the economic impact of occupational accidents is a really demanding task for companies. The number of classifications of non-safety costs proposed in the literature, still being well detailed, do not deal with such a problem; therefore, it has been proposed to categorize costs on the basis of factors affecting their dimensions, to ease the estimate process. Furthermore, the reclassification, in order to be fully functional to the estimate, also has to have a simply structure, accounting of the minimum number of items.

Introduction

Other than causing pains and sufferings that are very hard to assess, professional accidents are a huge economical and financial burden both for the Society and the Firm, as shown by various studies carried out in Europe and in the rest of the world (Corazza, 2009; Valenti et al., 2008).

Considering the economical relevance of this matter, it is very useful to attempt an estimate (even if just approximate) of the costs originating from the lack of safety in a firm. Being aware of the amount of money that is, or could be, paid due to professional accidents allows to assess the benefits that could be achieved from improving workplace safety, thus convincing decision makers to invest in this field (Cagno, 2013). Literature offers different solutions, but just a few of them seem to be suitable for a company and its needs: for example, it's possible to find average data for a country or for a sector, although they don't reflect the position of a single business, or laborious quantification models for costs, but the data required for this solution are not always tracked by firm.

Companies need simple and customizable tools that can function with immediately available data, giving results that are easy to interpret and representative of the specific business reality. Such requirements are even more relevant when it comes to small and medium-sized enterprises (SMEs): compared to big companies, these businesses have fewer human and financial resources in total; the side effect is obviously fewer data and past case scenarios to refer to (Micheli, 2010). Precisely because of the lack of representativeness of historical data, it could be interesting attempt an "ex ante" estimate, that is an appraisal of the costs for expected injuries based on firm's current configuration.

The starting point to achieve such tool consists of the identification of which non-safety costs weigh on the firm's budget plan, so as to have a global overview concerning the nature of economic losses coming from occupational accidents. The second step is to reclassify the detected items in order to ease the estimate process: the numbers of classifications proposed in literature, although very detailed, are not connected with this issue; generally, these refer to different aspects of the nature of the cost items, without being functional to their estimate.

The purpose of this research is to reclassify the cost items according to the most informative and simple manner: on the one hand the reclassification must provide information on the factors influencing the size of the costs, on the other hand it must regard the only items interesting for companies, without impair the accuracy of the estimate. To reach the target, it's necessary to follow these steps:

- Identify the cost items in literature;
- Redefine and classify said items according to their nature so as to remove the found discordances;
- Define some classification criteria that can be useful for the estimate;
- Exclude irrelevant costs and costs that cannot be estimated with accuracy;
- Identify factors influencing the costs amount;
- Aggregate cost items that are affected by the same factors.

Methodology

A thorough bibliography analysis through specific databases has been carried out in order to get a complete overview of the injury costs incurred by the firms and their classification criteria; the databases used are: Google Scholar, SCOPUS, Science Direct, Wiley and SEARCH from Milan Polytechnic; constraints on language and year of publication have not been put. Keywords have been mixed each other and they are referred to: event (accident or injury), object (cost), method (classification or estimation), field (safety or health) and context (occupational or workplace). Apart from the articles found through research, also articles suggested as related by the websites themselves and those mentioned in the read works have been taken into consideration.

Starting from what has been observed in literature, information has been edited, identified or confirmed using the Focus Group method; the Focus Group is a group approach to an issue, where experts discuss the subject matter, in this case the relevance and estimability of the non-safety costs, guided by one or more moderators. This approach allows recreating a situation similar to the ordinary opinion making process, allowing participants to express themselves in a free communication style, or “peer communication” and helping to find a solution to the problem. A SME owner and security expert at API in Lecco, a SME security manager, two senior researchers and advisors and a junior researcher from the Polytechnic University of Milan participated in this discussion, which lasted 8 hours.

Results

Workplace safety is a topic that has been widely discussed: on the one hand, this provides interested people with lots of material, but on the other hand the large number of very different perspectives available makes the topic hard to understand at first. Nevertheless, the abundance of information and the discernment carried out on it allow to detect cost items, understand which classification criteria are useful to facilitate the estimate, establish which items must be considered and which elements affect their size.

Non-safety costs

From literature analysis it's possible to achieve a complete, even though complex, overview of the injury costs incurred by the firms; complexity is given by lack of agreement between sources

concerning the definition and features of the detected items. Costs and the authors debated them have been detailed in Table1.

Cost Items	References
Administrative costs	Jallon (2011); Leigh (2001; 2006); Miller (1995); Neville (1998); Rikhardsson (2004b); Sun (2006)
Communication costs	Rikhardsson (2004b)
Cost due to cancellation of orders and penalties	Aaltonen (1996); Gavius (2009); Jallon (2011); Miller (1990); Osterhadt (2002)
Cost due to damage to equipment and machinery	Bird (1966); Dorman (2000); Gavius (2009); Hinze (1991); Head (1997); Laufer (1987); Leigh (1997); Leopold (1987); Neville (1998); Osterhadt (2002); Oxenburgh (2005); Rikhardsson (2004a); Sun (2006)
Cost due to damage to materials	Gavius (2009); Leigh (2001; 2006); Monnery (1998)
Cost due to damage to structures	Osterhadt (2002); Oxenburgh (2005)
Cost due to damage to the products	Aaltonen (1996; 1997); Bird (1966); Miller (1997); Osterhadt (2002); Oxenburgh (2005); Sun (2006)
Cost due to reduced productivity of the injured employee	Aaltonen (1996); LaBelle (2000); Miller (1997); Neville (1998)
Cost due to reduced productivity of the substitute	Miller (1990); Rikhardsson (2004b)
Cost for decrease of the morale of employees	Andreoni (1986); Gavius (2009); Jallon (2011); Oxenburgh (2005); Rikhardsson (2004a); Sun (2006)
Cost of fines and compensation	Aaltonen (1996); Gavius (2009); Head (1997); Osterhadt (2002); Rikhardsson (2004a; 2004b)
Cost of investigation	Aaltonen (1996); Bird (1966); Gavius (2009); Head (1997); Jallon (2011); Leigh (2001; 2006); Miller (1997)
Cost of lost production	Miller (1990); Sun (2006)
Cost of time lost by injured employee	Aaltonen (1996); Bird (1966); DeVol (1985); Gavius (2009); Head (1997); Heinrich (1959); Laufer (1987); Monnery (1998); Oxenburgh (2005); Rikhardsson (2004a; 2004b)
Cost of time lost by other employees	Aaltonen (1996); Jallon (2011); Leigh (1997); Miller (1997); Neville (1998); Rikhardsson (2004a; 2004b); Sun (2006)
Cost of time lost by supervisors and managers	Gavius (2009); Jallon (2011); LaBelle (2000); Leigh (2001; 2006); Miller (1997); Oxenburgh (2005); Rikhardsson (2004b); Sun (2006)
Costs of turnover	Jallon (2011); Oxenburgh (2005)
Follow-up cost	Rikhardsson (2004a)
Insurance costs	Aaltonen (1997); Gavius (2009); Jallon (2011); Miller (1997); Osterhadt (2002); Reville (2001); Riel (1996); Rikhardsson (2004b); Sun (2006); Uusi-Rauva (1988)
Legal cost	Aaltonen (1996); Miller (1995); Neville (1998); Sun (2006)
Medical costs	Aaltonen (1996); Bird (1966); Gavius (2009); Heinrich (1959); Jallon (2011); LaBelle (2000); Miller (1997); Sun (2006)
Overtime cost	Aaltonen (1996); Jallon (2011); Miller (1997); Neville (1998); Oxenburgh (2005)
Production costs	Bird (1966); Jallon (2011); Miller (1995); Rikhardsson (2004a; 2004b); Sun (2006)
Recruitment and selection cost	Gavius (2009); Head (1997); Osterhadt (2002); Oxenburgh (2005); Rikhardsson (2004a; 2004b); Sun (2006)
Reputation cost	Aaltonen (1996); Andreoni (1986); Gavius (2009); Jallon (2011); Hinze (1991); Osterhadt (2002)
Strike cost	Item linked in literature to the cost for decrease of the morale of employees; considered apart on decision of experts
Training cost	Aaltonen (1996); Bird (1966); Miller (1990); Oxenburgh (2005); Rikhardsson (2004b)

Table 1: Cost items and relative references

The analysed descriptions give valuable information on the characteristics of said cost items, especially on the factors influencing some of them: number of injuries, length of absence from the work, the injured worker's job, business size and field of activity. For the first two factors,

accumulation of events or single event dependence are to be distinguished, where accumulation of events means the presence of a link between cost and general injury situation and single event means the link to the single injury. The injured worker's job includes two separate elements: the worker's salary and the job's grade of difficulty.

These factors have a different relevance when determining the costs' value:

- The number of injuries and their respective duration are considered as variables that directly describe the change in the non-safety costs as soon as the events change, but not any other condition; more specifically:
 - The number of events determines the presence of the cost itself: a cost is to be sustained only if there is an event generating it;
 - The length of absence impacts directly on the cost items: depending on the seriousness of the injury, the cost's order of magnitude can change; furthermore, some items are to be paid only in case of a prolonged absence.
- The injured worker's job, the business size and field of activity represent the context in which the injury happens: these are parameters that affect the cost by acting on it indirectly (for example, the worker's salary affects the *cost of time lost by injured employee*, but its influence is mediated by the length of absence).

Costs classifications

The literature analysis allows also to detect several classification criteria for cost items:

- *Insured and uninsured costs*: the former are those handled through an insurance policy, the latter are those carried by the employer regardless of the insurance policy
- *Classification by nature*: items are classified according to the cause that generates them;
- *Direct and indirect costs*: the former can be connected directly to the accident, the latter occur because of it, but they are not immediately associated to the event;
- *Fixed, variable and disturbance costs*: fixed costs arise every time an occupational accident occurs but are not dependent on the length of absence; variable costs vary with the number of days of absence; disturbance costs are dependent on the specific accident and the role, tasks and competencies of the injured person (Rikhardsson & Impgaard, 2004b);
- *Internal and external costs*: items are divided in costs incurred by companies and costs attributed to their activity but not incurred by them;
- *Event connected costs and general injury situation connected costs*: this classification recognizes costs arising due to an event from the ones occurring over the long-term due to the general accident situation;
- *Tangible and intangible costs*: it's useful to distinguish costs with monetary value and the ones impossible to calculate objectively;
- *Visible and hidden costs*: the visible costs are easy to isolate, identify and quantify (Corcoran, 2002); the hidden costs are difficult to identify (Brody, 1990), even though they are incurred by employers.

Authors do not agree on this matter either, as the attribution criteria are not always used in the same way: some classify costs using criteria that other people use for different cost categories, for example, Dorman (2000) observed a frequent overlapping between direct and visible costs and between indirect and hidden costs. Furthermore, certain costs have been categorised in a

completely different way in the same classification, for example, Aaltonen (1996) considers legal costs as direct costs, whereas Miller (1995) categorises them as indirect costs.

Costs redefinition and costs classification by nature

It is clear that there is no such thing as a common point of view on this matter; apart from the aforementioned discordances, some authors process cost items separately, while some others consider the categories to which they belong according to their nature, without considering all the single items that other authors connect to that categories; for example, Rikhardsson (2004b) considers the administration costs category without contemplating the costs for internal investigations on injuries, which is instead considered individually by Miller (1997) and put into the same category. To organise this vast number of definitions and denominations, a redefinition and classification of the identified costs according to their nature was deemed necessary, taking a stand on divergent aspects; said stand was taken by analysing the single descriptions of each cost item and trying to find useful information so as to be able to give them a coherent definition and classify them according to their nature (Table 2). Since the cost categories identified weren't enough to classify every item, it was necessary to add new ones (underlined in Table 2): in literature, these items are processed in detail, without paying attention to the necessity of having macroscopic cost categories in order to classify said items according to their nature.

Cost categories	Cost items
<i>ADMINISTRATIVE COSTS</i>	<i>Cost of administrative staff</i> <i>Cost of internal investigation</i> <i>Cost of time lost by supervisors and managers</i>
<i>COMMUNICATION COSTS</i>	<i>Communication costs</i>
<u><i>COSTS DUE TO DAMAGE TO GOODS AND PROPERTY</i></u>	<i>Cost due to damage to equipment and machinery</i> <i>Cost due to damage to materials</i> <i>Cost due to damage to structures</i> <i>Cost due to damage to the product</i>
<i>COSTS OF TURNOVER</i>	<i>Costs of turnover</i>
<u><i>COURT COSTS</i></u>	<i>Cost of external investigation</i> <i>Cost of fines and compensations</i> <i>Legal cost</i>
<i>INSURANCE COSTS</i>	<i>Insurance costs</i>
<u><i>INTANGIBLE COSTS</i></u>	<i>Cost for decrease of the morale of employees</i> <i>Reputation cost</i>
<i>MEDICAL COSTS</i>	<i>Medical costs</i>
<i>PRODUCTION COSTS</i>	<i>Cost due to cancellation of orders and penalties</i> <i>Cost due to reduced productivity of the injured employee</i> <i>Cost of lost production</i> <i>Cost of time lost by injured employee</i> <i>Cost of time lost by other employees</i> <i>Overtime cost</i> <i>Strike cost</i>
<u><i>REPLACEMENT COSTS</i></u>	<i>Cost due to reduced productivity of the substitute</i> <i>Recruitment and selection cost</i> <i>Training cost</i>

Table 2: Classification by nature of the items redefined; the cost categories added to reach a complete classification are underlined

Items redefinition and classification by nature allows to have a coherent overview concerning the economic losses incurred by companies due to accidents, but such classification do not provide information on factors influencing costs; so it is necessary to define some classification criteria that can be useful for the estimate.

A proposal of reclassification functional to estimate non-safety costs

Considering the mentioned classifications, it is proposed to categorize costs by drawing inspiration from criteria belonging to two of them: the fixed, variable and disturbance classification and the event connected costs and general injury situation connected costs classification; it is possible reclassify cost items by changing and combining these classifications in such a way to highlight their dependence from variables and parameters detected in literature.

Assuming that every cost item depends on the number of events or its accumulation, it is proposed to classify the non-safety costs following these criteria:

4. Dependence or non-dependence from the length of absence: these are to be respectively divided into variable cost and fixed cost according to the absence duration, making the same distinction proposed by Rikhardsson & Impgaard (2004b);
5. Dependence or non-dependence from the general injury situation: these are to be respectively divided into variable cost and fixed cost according to the injury situation; the variability shows the dependence from the element whose is referred;
6. Dependence or non-dependence from the context (injured worker's job, business size and field of activity): these are to be respectively divided into disturbance cost and non-disturbance cost, allowing to distinguish between the costs depending exclusively on variables and those affected by at least one of the parameters.

The reclassification can be represented by a matrix (Table 3) through which identify the factors that affect each items; INAIL's (Italian government agency for the insurance against work-related injuries) *Frequency* and *Severity Indexes* (FI and SI), generally used to compare the injury trend in firms regardless of their type, activity and size (UNI certification 7249/2007), are used here to represent the injury situation; *N* represents the number of accidents and *AD* represents their average duration. The disturbance costs are highlighted **in bold**.

		Length of absence	
		Variable	Fixed
General injuries situation	Variable	Dependence from general injuries situation in terms of frequency and severity (FI – SI)	Dependence from general injuries situation only in terms of frequency (FI)
	Fixed	Dependence from length of absence, non-dependence from general injuries situation (N – AD)	Non-dependence neither from length of absence nor from general injuries situation (N)

Table 3: Reclassification criteria; the disturbance costs are highlighted in bold

The classification of Rikhardsson & Impgaard (2004b) doesn't capture the full complexity of the issue, because the categories are mutually exclusive, picking just one aspect of the single item; in this way, instead, it's possible to have a tridimensional vision of the cost items informing of the relationships between them and the factors playing an affect on the non-safety costs.

In order to categorize properly cost items according to new criteria, it was deemed to do a critical analysis of information detected in literature, taking into account the redefinition made. The reclassification functional to costs estimate is detailed in Table 4.

		Length of absence	
		Variable	Fixed
General injuries situation	Variable	FI - SI	FI
		<i>Cost due to cancellation of orders and penalties</i> <i>Cost for decrease of the morale of employees</i> <i>Costs of turnover</i> Insurance costs <i>Reputation cost</i> <i>Strike cost</i>	
	Fixed	N - AD	N
		Cost due to reduced productivity of the injured employee Cost due to reduced productivity of the substitute <i>Cost of external investigation</i> <i>Cost of fines and compensation</i> Cost of lost production Cost of time lost by injured employee <i>Cost of time lost by other employees</i> <i>Legal cost</i> <i>Medical costs</i> Overtime cost Recruitment and selection cost Training cost	Communication costs <i>Cost due to damage to equipment and machinery</i> <i>Cost due to damage to materials</i> <i>Cost due to damage to structures</i> <i>Cost due to damage to the products</i> Cost of administrative staff <i>Cost of internal investigation</i> <i>Cost of time lost by supervisors and managers</i>

Table 4: Reclassified cost items; the disturbance costs are highlighted in bold

Resources optimization: cost items selection depending on relevance and estimability

The reclassification, in order to be fully functional to the estimate, also has to have a simply structure: 26 items have been found during the literature analysis; such a large number of items would lead to the definition of a tool too complex to be applied to firms where time is a critical resource. Thus, a simplification is to be carried out by excluding the costs considered not relevant compared to others or that can't be estimated with enough accuracy when using an "ex ante" vision; this vision allows to estimate costs in companies without representative historical data.

Specifically, relevance shows the impact of each item on non-safety global costs, whereas the "ex ante" estimability shows the accuracy in defining cost amount within the pre-accident perspective. Literature offers some information on the first of the two indexes (even though said information is not available for every item) but not on the second one, as there are no sources discussing about the level of accuracy that allows to estimate a cost item before an injury happens, since generally the aim is to attribute an economical value to the consequences of occurred event. The Focus Group allowed to fill these gaps and to define the "ex ante" estimability through the "ex post" estimability, considering that if a cost item is hard to assess after the accident, it will be even harder to assess from a pre-accident perspective. The "ex post" estimability is easy to be detected by the available researches and depends on the fact that cost is recorded within companies and/or on the basis that it has been possible to measure it in some papers.

Thanks to the literature analysis and the Focus Group, the relevance and the "ex ante" estimability has been defined for each reclassified item (Table 5).

Legend	Relevance: 0 = not relevant; X = few relevant or relevant in specific situations (X*); XX = relevant Ex post estimability: 0 = not estimable; X = disagreement on estimability / estimated in papers; XX = estimable Ex ante estimability: 0 = not estimable; X = few estimable; XX = estimable					
	Categories	Cost Items	Relevance		Ex post estimability	Ex ante estimability
			Literature	Focus group	Literature	Focus group
ADMINISTRATIVE COSTS	Cost of administrative staff	XX	X	X	X	
	Cost of internal investigation	-	X	X	X	
	Cost of time lost by supervisors and managers	XX	X	X	X	
COMMUNICATION COSTS	Communication costs	0	0	-	0	
COSTS DUE TO DAMAGE TO GOODS AND PROPERTY	Cost due to damage to equipment and machinery	X*	0	X	X	
	Cost due to damage to materials	-	0	-	X	
	Cost due to damage to structures	X*	0	-	X	
	Cost due to damage to the products	X*	0	X	X	
COSTS OF TURNOVER	Costs of turnover	XX	0	0	0	
COURT COSTS	Cost of external investigation	-	X*	-	X	
	Cost of fines and compensation	-	X*	X	X	
	Legal cost	-	X*	X	X	
INSURANCE COSTS	Insurance costs	-	XX	X	XX	
INTANGIBLE COSTS	Cost for decrease of the morale of employees	X*	0	0	0	
	Reputation cost	-	X*	0	0	
MEDICAL COSTS	Medical costs	-	0	XX	XX	
PRODUCTION COSTS	Cost due to cancellation of orders and penalties	-	X*	-	0	
	Cost due to reduced productivity of the injured employee	X*	X*	-	X	
	Cost of lost production	-	XX	-	X	
	Cost of time lost by injured employee	XX	X	XX	XX	
	Cost of time lost by other employees	-	0	0	0	
	Overtime cost	XX	X	-	X	
	Strike cost	-	X*	-	0	
REPLACEMENT COSTS	Cost due to reduced productivity of the substitute	-	X	-	X	
	Recruitment and selection cost	X*	0	-	X	
	Training cost	X*	X*	0	X	

Table 5: Relevance and ex post/ex ante estimability of cost items; the asterisk identifies the items generally not so relevant, but that can have a significant impact on the non-safety costs in specific situations

As concerns the relevance of the costs, some differences emerge from Focus Group compared to what has been written in literature:

- According to the security experts intervened, *cost of administrative staff* would be not so relevant, since accident involves a “specific” personnel schedule management, without implicate a particular workload burden; *cost of time lost by supervisors and managers* would be more onerous than *cost of administrative staff*, but these items have the same order of magnitude. The *administrative costs* have been regarded as relevant according to literature, as they result to be the third more onerous cost item investigated by Rikhardsson (2004b) within nine Danish companies; this result could depend on different factors, such

as: the costs considered in the research, the items they are composed of, calculation methods, etc.;

- The Focus Group doesn't confirm *costs of turnover* relevance: an intolerable injury situation wouldn't push employees to resign, on the contrary it would drive them to strike to achieve better security conditions; so the item *strike cost* is introduced and calculated apart, as potentially relevant under specific situations: strike, therefore, could lead to a complete stop of production for some time;
- *Cost of time lost by injured employee* and *overtime cost* have been regarded as relevant in literature, not so much for the impact on global non-safety cost, but because they are incurred for the main part of injuries. On the contrary, the security experts concluded that such items have a lower burden compared the other ones on companies accounts;
- *Recruitment and selection cost* are significant in literature as concerns hidden costs, but not in an absolute manner; the Focus Group underlined its few relevance with respect to the other *replacement costs*;
- *Cost for decrease of the moral of employees* has been evaluated as not relevant: its main expensive part, that is complaints for the salary increase and safer workplaces, takes part of *strike cost*;
- *Costs due to damage to goods and properties*, according to Focus Group are not relevant: what is important is human integrity, not goods integrity.

As concerns the estimability, it can be noted the discrepancy between the "ex post" from "ex ante" estimability for *training cost*: literature regards this item as difficult to quantify; according to experts this cost could be recorded and evaluated, making it estimable with a discrete accuracy within a pre-accident perspective.

Now it is possible to simplify the classification; Table 6 shows which items have been excluded due to a lack of relevance and/or "ex ante" estimability.

Excluded Cost items	
Not relevant	Not estimable in "ex ante"
<i>Communication costs</i>	<i>Communication costs</i>
<i>Costs due to damage to goods and property</i>	<i>Costs of turnover</i>
<i>Costs of turnover</i>	<i>Cost due to cancellation of orders and penalties</i>
<i>Cost for decrease of the morale of employees</i>	<i>Cost for decrease of the morale of employees</i>
<i>Cost of time lost by other employees</i>	<i>Cost of time lost by other employees</i>
<i>Medical costs</i>	<i>Reputation cost</i>
<i>Recruitment and selection cost</i>	<i>Strike cost</i>

Table 6: Excluded cost items

Identification of factors influencing costs and costs aggregation

After have established the items which should be considered, attention moves to factors influencing their size. As concerns companies, non-safety cost connected to injuries C is given by the sum of costs g_j due to consequences which have been produced:

$$C = \sum_{j=1}^n g_j$$

Each cost item g_j can be represented like function of different variables $Z_1, \dots, Z_n$ and parameters $\theta_1, \dots, \theta_n$:

$$g_j = f(z_1, \dots, z_n, \theta_1, \dots, \theta_n)$$

Specifically, the number and the length of injuries represent variables, whereas, the injured worker's job, the business size and field of activity represent parameters.

An addition to the contribution given by literature, has been provided through a critical analysis of each item which is part of the classification, in order to achieve an exhaustive picture of factors influencing non-safety costs. (Table 7).

Legend		Z_{1a} = Number of injuries accumulated; Z_{1b} = Number of injuries; Z_{2a} = Length of absences accumulated; Z_{2b} = Length of absence; θ_1 = Business size; θ_2 = Field of activity; θ_3 = worker's salary; θ_4 = job's grade of difficulty.							
Categories	Cost Items	Variables				Parameters			
		Z_{1a}	Z_{1b}	Z_{2a}	Z_{2b}	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4
ADMINISTRATIVE COSTS	Cost of administrative staff		✓			✓			
	Cost of internal investigation		✓						
	Cost of time lost by supervisors and managers		✓						
COURT COSTS	Cost of external investigation		✓		✓				
	Cost of fines and compensations		✓		✓				
	Legal cost		✓		✓				
INSURANCE COSTS	Insurance costs	✓		✓			✓		
PRODUCTION COSTS	Costs due to reduced productivity of the injured employee		✓		✓				✓
	Cost of lost production		✓		✓	✓			
	Cost of time lost by injured employee		✓		✓			✓	
	Overtime cost		✓		✓			✓	
REPLACEMENT COSTS	Cost due to reduced productivity of the substitute		✓		✓				✓
	Training cost		✓		✓				✓

Table 7: Factors affecting non-safety costs

The identification of variables and parameters affecting cost items, gives the possibility to calculate those costs belonging to the same category and affected by the same factors by using just one function, assuming that the aggregated items vary in the same way. By estimating, aggregation and simplification allow to reduce the error variability, balancing the errors out. It is possible to aggregate *cost of time lost by supervisors and managers* and *cost of internal investigation* within *administrative costs*, *legal cost*, *cost of external investigation* and *cost for fines and compensation* within *court costs*. The outcome of simplification and aggregation is detailed in Table 8.

		Length of absence	
		Variable	Fixed
General injuries situation	Variable	FI - SI	FI
		<i>Insurance costs</i>	
	Fixed	N - AD	N
		<i>Cost due to reduced productivity of the injured employee</i> <i>Cost due to reduced productivity of the substitute</i> <i>Cost of lost production</i> <i>Cost of time lost by injured employee</i> <i>Court costs</i> <i>Overtime cost</i> <i>Training cost</i>	<i>Cost of administrative staff</i> <i>Cost of internal investigation and of time lost by supervisors and managers</i>

Table 8: Reclassified cost items that should be considered by the estimation tool

Table 8 shows as the main part of costs depends on the length of absence and at the same time on one of the context factors; this is an extremely significant datum, because it provides confirmation of the connection between non-safety costs and the risk on the workplace, defined as the product of injury likelihood (number of events) and damage extent (length of absence), stressing the importance of investing in interventions aimed to prevention and protection.

The performed procedures thoroughly simplified the classification structure without undermining the accuracy of the estimate. Of the 26 items initially found in literature, once the not relevant and not estimable items have been excluded and after some aggregations have been carried out, only 10 remain: it is an underestimate, but a strictly regulated and significant one; consequently, the costs that incur in reality probably will be bigger than estimated costs, making an intervention further justified.

Conclusions and future research

The proposed classification is made to be functional to the appraisal of non-safety costs connected to injuries; for this reason, on the one hand it provides information on the factors influencing the size of the costs, on the other hand it regards the only items interesting for companies.

The reclassification gives relevant indications in carrying out the non-safety costs estimation tool: it defines which items to take into account and the factors influencing their size, establishing which data are needed to support the appraisal. Two variables affect non-safety costs directly: the number and the severity of injuries; using an “ex post” vision their value is defined by historical data or by the research design, using an “ex ante” vision their value must be foreseen. Since said variables are associated to the risk level in the workplace, it is possible to determinate them by assuming that bigger risks involve a bigger number of injuries and also bigger consequences. The best reference to get a complete overview of all the possible risks in a workplace is the Risk Evaluation Document, which is an information source readily available in every company since it is obligatory in accordance with the Italian legislation. The current reclassification remains effective also for those who wish to produce an estimation tool using a post-accident perspective.

Therefore, the framework for the fulfilment of an efficient, accurate and adaptable tool of analysis has been set.

References

- Aaltonen, M. V., & Miettinen, J. (1997). Computer-aided calculation of accident costs. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 7(2), 67-78.
- Aaltonen, M. V., Uusi-Rauva, E., Saari, J., Antti-Poika, M., Räsänen, T., & Vinni, K. (1996). The accident consequence tree method and its application by real-time data collection in the Finnish furniture industry. *Safety science*, 23(1), 11-26.
- Andreoni, D., & International Labour Office (1986). *The cost of occupational accidents and diseases* (p. 18). Geneva, Switzerland: International labour office.
- Bird, F. E., & Germain, G. L. (1966). *Damage control: A new horizon in accident prevention and cost improvement*. New York: American Management Association.
- Brody, B., Létourneau, Y., & Poirier, A. (1990). Le cout des accidents du travail: Etat des connaissances. *Relations Industrielles/Industrial Relations*, 94-117.
- Cagno, E., Micheli, G. J., Masi, D., & Jacinto, C. (2013). Economic evaluation of OSH and its way to SMEs: A constructive review. *Safety science*, 53, 134-152.
- Corazza, L. (2009). *Quanto costa la "non sicurezza" sul lavoro?* <http://www.nelmerito.com>
- Corcoran, D. (2002). The value of estimating the hidden costs of accidents. *Occupational health & safety (Waco, Tex.)*, 71(9), 26.
- DeVol, K. (1985). *In come replacement for short-term disability: The role of workers' compensation*. Cambridge, MA: Workers' Compensation Research Institute.
- Dorman, P. (2000). *The economics of safety, health, and well-being at work: an overview*. Geneva: ILO.
- Gavious, A., Mizrahi, S., Shani, Y., & Minchuk, Y. (2009). The costs of industrial accidents for the organization: developing methods and tools for evaluation and cost-benefit analysis of investment in safety. *Journal of loss prevention in the process industries*, 22(4), 434-438.
- Head, L., & Harcourt, M. (1997, January). The direct and indirect costs of workplace accidents in New Zealand. In *AIRAANZ Conference, Brisbane, AU*.
- Heinrich, H. (1959). *Industrial Accident Prevention*. NY: Mc Graw-Hill Book Co., New York.
- Hinze, J. (1991). *Indirect costs of construction accidents*. University of Texas.
- Jallon, R., Imbeau, D., & de Marcellis-Warin, N. (2011). Development of an indirect-cost calculation model suitable for workplace use. *Journal of safety research*, 42(3), 149-164.
- LaBelle, J. E. (2000). What do accidents truly cost? Determining Total Incident Costs. *Professional Safety*, 45(4), 38-42.
- Laufer, A. (1987). Construction safety: economics, information and management involvement. *Construction Management and Economics*, 5(1), 73-90.
- Leopold, E., & Leonard, S. (1987). Costs of construction accidents to employers. *Journal of Occupational Accidents*, 8(4), 273-294.
- Leigh, J. P., Cone, J. E., & Harrison, R. (2001). Costs of occupational injuries and illnesses in California. *Preventive Medicine*, 32(5), 393-406.
- Leigh, J. P., Markowitz, S. B., Fahs, M., Shin, C., & Landrigan, P. J. (1997). Occupational injury and illness in the United States: estimates of costs, morbidity, and mortality. *Archives of Internal Medicine*, 157(14), 1557-1568.
- Leigh, J. P., Waehrer, G., Miller, T. R., & McCurdy, S. A. (2006). Costs differences across demographic

- groups and types of occupational injuries and illnesses. *American journal of industrial medicine*, 49(10), 845-853.
- Miller, T. R. (1997). "Estimating the Costs of Injury to U.S. Employers." *Journal of Safety Research*, 28, 1-13.
- Micheli, G.J.L., Cagno, E., 2010. Dealing with SMEs as a whole in OHS issues: warnings from empirical evidence. *Safety Science* 48 (6), 729–733.
- Miller, T. R., & Galbraith, M. (1995). Estimating the costs of occupational injury in the United States. *Accident Analysis & Prevention*, 27(6), 741-747.
- Miller, T. R., & Rossman, S.B. (1990). *Safety programs: saving money by saving lives*. Best's safety directory 1991 (vol. I, pp. 52-59). Oldwick, NJ: Best Publishing.
- Monnery, N. (1998). The costs of accidents and work-related ill-health to a cheque clearing department of a financial services organisation. *Safety science*, 31(1), 59-69.
- Mossink, J. C. M., & de Greef, M. (2002). *Inventory of socioeconomic costs of work accidents*. Office for Official Publications of the European Communities.
- Neville, H. (1998). Workplace accidents: They cost more than you might think. *Industrial Management*, 40(1), 7-9.
- Osterhautd, M. (2002). *Analysis of accident cost and comparison with available research*. <https://ritdml.rit.edu/handle/1850/14779>
- Oxenburgh, M., & Marlow, P. (2005). The "productivity assessment tool": computer-based cost benefit analysis model for the economic assessment of occupational health and safety interventions in the workplace. *Journal of safety research*, 36(3), 209-214.
- Reville, R. T., Bhattacharya, J., & Sager Weinstein, L. R. (2001). New methods and data sources for measuring economic consequences of workplace injuries. *American journal of industrial medicine*, 40(4), 452-463.
- Riel, P., & Imbeau, D. (1998). How to allocate the health and safety insurance cost within the firm. *Journal of Safety Research*, 29(1), 25–34.
- Rikhardsson, P. M. (2004a). Accounting for the cost of occupational accidents. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 11(2), 63-70.
- Rikhardsson, P. M., & Impgaard, M. (2004b). Corporate cost of occupational accidents: an activity-based analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 36(2), 173–182.
- Sun, L., Paez, O., Lee, D., Salem, S., & Daraiseh, N. (2006). Estimating the uninsured costs of work-related accidents, part I: a systematic review. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 7(3), 227-245.
- Uusi-Rauva, E., Aahonen, M., & Saari, J., (1988). *The method for evaluating the accident consequence costs at company level*. TETA Report 105. Helsinki University of Technology, Laboratory of Industrial Economics. Gtaniemi.
- Valenti, A., Rondinone, B., & Iavicoli, S., (2008). *Salute e sicurezza sul lavoro*. http://www.bollettinoadapt.it/old/files/document/177221spesl_salute_e_.pdf