

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA  
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE DII  
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA DELLA SICUREZZA  
CIVILE E INDUSTRIALE

# **Sviluppo di una nuova metodologia di valutazione del rischio per la salute e sicurezza sul lavoro tramite confronto degli standard BS 18004, ISO TR 14121-2 e ISO 13849**

RELATORE: Ing. Lorenzo Baraldo  
CORRELATORE: Ing. Federico Maritan

LAUREANDO: Maurizio Barbiero 1153484

Anno Accademico 2018/2019



## Sommario

In questo lavoro si è voluta formulare una proposta di metodologia di valutazione del rischio in grado di adattarsi alle variegate caratteristiche ed esigenze delle realtà esistenti nel mercato del lavoro italiano.

Lo scopo che ci si è prefissati è quello di colmare l'apparente vuoto normativo esistente in materia, proponendo un processo di valutazione che risponda a tutti i requisiti imposti dalla legislazione vigente, sia strutturato in modo da guidare l'analista limitando al minimo la possibilità di svolgere una valutazione incompleta, e che tramite i suoi risultati sia in grado di fornire indicazioni puntuali riguardo la miglior strategia di mitigazione del rischio o di mantenimento del livello di sicurezza.

Per fare questo si è scelto di iniziare l'indagine da un'analisi della legislazione e delle principali norme tecniche pubblicate in materia di valutazione del rischio per la salute e sicurezza del lavoratore. Successivamente, ricavati da ricerche precedenti alcuni criteri tramite cui valutare l'affidabilità degli strumenti di analisi del rischio contenuti in tali norme, si è proceduto a verificarne la rispondenza a tali criteri ed a formulare proposte di varianti migliorative per lo scopo di un'applicazione generale. Dopo aver effettuato un'analisi preliminare sfruttando un set di dati fornito dall'azienda ospitante, si è infine proceduto a testare la metodologia sviluppata per verificarne l'applicabilità.

I risultati ottenuti si sono mostrati positivi per quanto riguarda un giudizio in termini di flessibilità della metodologia e di realismo dei livelli di rischio ottenuti. Tuttavia, data la limitata dimensione del campione cui è stata applicata, si ritiene indispensabile una sperimentazione di maggiore estensione prima di poter giudicare raggiunto l'obiettivo.



# Indice

<b>Introduzione</b>	<b>3</b>
<b>1 Riferimenti a leggi e norme</b>	<b>5</b>
1.1 Il Testo Unico sulla salute e sicurezza sul lavoro . . . . .	5
1.2 Standard nazionali e internazionali di riferimento . . . . .	6
1.2.1 Fasi standardizzate per la valutazione del rischio . . . . .	7
1.2.2 Particolarità delle metodologie proposte . . . . .	9
1.2.2.1 ISO 31000 . . . . .	10
1.2.2.2 BS 18004 . . . . .	10
1.2.2.3 ISO 12100 . . . . .	10
1.2.2.4 ISO/TR 14121-2 . . . . .	10
1.2.2.5 ISO 13849 . . . . .	11
1.2.3 Confronto tra le metodologie . . . . .	11
1.2.3.1 ISO 31000 e BS 18004 . . . . .	11
1.2.3.2 ISO 12100 e norme basate su essa . . . . .	12
1.3 Rischi normati e leggi . . . . .	13
<b>2 Riferimenti a ricerche precedenti</b>	<b>17</b>
2.1 Ricerche precedenti rilevanti e loro conclusioni . . . . .	18
2.2 Rilevanza metodologica e risultati di validità generale . . . . .	19
<b>3 Metodologia proposta</b>	<b>23</b>
3.1 Estensione, contesto e criteri di rischio . . . . .	23
3.2 Definizione dello strumento di individuazione dei pericoli . . . . .	25
3.3 Strumenti di analisi del rischio valutati . . . . .	26
3.3.1 Criteri di scelta . . . . .	26
3.3.2 Strumento campione – da metodo BS 18004 . . . . .	27
3.3.3 Strumento matriciale da ISO/TR 14121-2 . . . . .	29
3.3.4 Strumento ibrido secondo ISO TR 14121-2 . . . . .	31
3.3.4.1 Variante proposta al metodo ibrido . . . . .	34
3.3.5 Strumento grafico secondo ISO 13849 . . . . .	37
3.3.5.1 Variante proposta al metodo grafico . . . . .	39

---

3.4	Valutazione dei criteri di rischio e individuazione dello strumento di ponderazione . . . . .	41
3.5	Analisi preliminare di validità degli strumenti di analisi . . . . .	43
3.5.1	Risultati globali . . . . .	46
3.5.2	Confronto tra i risultati per categoria . . . . .	50
3.6	Schede di rilevamento dati proposte . . . . .	53
<b>4</b>	<b>Analisi dei dati raccolti</b>	<b>55</b>
4.1	Descrizione dei campioni analizzati . . . . .	55
4.1.1	Prima azienda . . . . .	55
4.1.1.1	Documentazione e dati già disponibili . . . . .	56
4.1.2	Seconda azienda . . . . .	56
4.1.2.1	Documentazione e dati già disponibili . . . . .	57
4.1.3	Controllo di completezza ed adeguatezza delle schede di rilevamento	57
4.2	Analisi preliminare dei dati rilevati . . . . .	58
4.2.1	Prima azienda . . . . .	58
4.2.2	Seconda azienda . . . . .	59
4.2.3	Classificazione preliminare dei rischi su base statistica . . . . .	60
4.3	Applicazione degli strumenti di analisi proposti e confronto tra i risultati ottenuti . . . . .	61
4.4	Discussione dei risultati ottenuti . . . . .	73
4.4.1	Compatibilità tra gli strumenti . . . . .	73
4.4.2	Varietà dei livelli di rischio attribuiti . . . . .	74
4.4.3	Valutazioni per categoria di rischio . . . . .	74
4.4.4	Validazione dei livelli con serie storiche aziendali . . . . .	76
4.5	Valutazione degli strumenti di analisi . . . . .	78
4.5.1	Valutazione per efficacia programmatica . . . . .	78
4.5.2	Valutazione per semplicità di applicazione . . . . .	79
<b>5</b>	<b>Conclusioni</b>	<b>81</b>
<b>A</b>	<b>Schede di rilevamento dati</b>	<b>83</b>
A.1	Scheda di raccolta dati per mansione . . . . .	84
A.2	Scheda di analisi per attività . . . . .	88
A.3	Check-list per l'identificazione di fonti di rischio . . . . .	90
	<b>Elenco delle tabelle</b>	<b>95</b>
	<b>Elenco delle figure</b>	<b>97</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>99</b>

# Introduzione

La tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori, obiettivo sempre più centrale per la politica del lavoro europea e dunque anche italiana, è materia complessa che non può e non deve essere affrontata in modo approssimativo.

Per avere garanzia di raggiungere gli obiettivi minimi di sicurezza imposti, e laddove possibile superarli, è però necessario affrontare un processo di valutazione al fine di determinare tutti quegli elementi tecnici ed organizzativi che possano recare pregiudizio alla salute del lavoratore. In mancanza di punti di riferimento legislativi nazionali, per avere garanzia riguardo la qualità di questo processo, si può far ricorso a degli standard (nazionali o internazionali), scontrandosi tuttavia con l'abbondanza di norme relative a rischi specifici e la scarsità di riferimenti di validità più generale.

Con questo lavoro, sviluppato in collaborazione con Vega Engineering S.r.l., si è voluto provare a fornire una soluzione per la valutazione dei rischi di carattere generale che renda il processo agevole e significativo, più che ai fini dell'adempimento di un mero dovere sancito da legge, per la determinazione degli interventi necessari al raggiungimento del miglior livello possibile di sicurezza e tutela della salute dei lavoratori.

Nel primo capitolo sono stati analizzati il quadro legislativo vigente in Italia insieme ad alcuni standard nazionali e internazionali ritenuti rilevanti. A queste analisi è seguito un confronto tra le indicazioni metodologiche fornite dalle diverse norme tecniche, dalle quali nei capitoli successivi sono state tratte indicazioni utili alla composizione del metodo proposto.

Nel secondo capitolo è stato analizzato un campione di ricerche condotte nel campo dell'analisi del rischio, delle quali sono stati evidenziati metodi di analisi e risultati conseguiti. Successivamente, i dati così ottenuti sono stati impiegati come guida per costruire il metodo di valutazione in modo tale da renderlo affidabile.

Il terzo capitolo contiene traccia del processo di formalizzazione della proposta metodologica, che si è scontrata con la difficoltà posta dalla scelta tra i vari strumenti di analisi di rischio ricavati o ispirati dalle norme tecniche analizzate nei capitoli precedenti. Per risolvere almeno in parte tale difficoltà, si è operato confrontando i risultati ottenuti con i vari strumenti per un set di scenari tratto dalla documentazione resa disponibile da Vega Engineering S.r.l. e relativa a sue aziende clienti.

Non essendo stati ottenuti risultati conclusivi dall'analisi preliminare condotta nel capitolo precedente, nel quarto capitolo il metodo proposto è stato applicato in tutte le

sue varianti per valutare alcune mansioni identificate in due aziende rese disponibili a tale sperimentazione. Da questa applicazione delle varianti del metodo, sono stati ricavati dati ritenuti utili alla determinazione della validità generale dello stesso e delle sue versioni, sulle quali sono stati espressi giudizi in termini di preferibilità.

Le conclusioni, contenute nel quinto capitolo, presentano alcune riflessioni riguardo le valutazioni formulate in precedenza, oltre a proporre un'ulteriore prosecuzione della ricerca.



# Capitolo 1

## Riferimenti a leggi e norme

### 1.1 Il Testo Unico sulla salute e sicurezza sul lavoro

Il Titolo I del D. Lgs. 81/08, noto come Testo Unico sulla salute e sicurezza sul lavoro[1], stabilisce che la valutazione di tutti i rischi è da ritenersi prima misura di tutela per la salute e sicurezza dei lavoratori nei luoghi di lavoro<sup>1</sup>. Tale valutazione è pertanto indispensabile e costituisce obbligo non delegabile del datore di lavoro<sup>2</sup>. Il documento che deve essere prodotto per comprovare l'adempimento di questo obbligo (documento di valutazione dei rischi, o DVR) deve contenere:

«[...] una relazione sulla valutazione di tutti i rischi per la sicurezza e la salute durante l'attività lavorativa, nella quale siano specificati i criteri adottati per la valutazione stessa.» [1]<sup>3</sup>

Il legislatore specifica anche:

«La scelta dei criteri di redazione del documento è rimessa al datore di lavoro, che vi provvede con criteri di semplicità, brevità e comprensibilità, in modo da garantirne la completezza e l'idoneità quale strumento operativo di pianificazione degli interventi aziendali e di prevenzione;» [1]<sup>4</sup>

Questa libertà di scelta risulta indispensabile per consentire ad organizzazioni di qualsiasi natura di eseguire valutazioni in base a metodi, strumenti e criteri appropriati per la loro realtà operativa. Tuttavia, questa stessa libertà può condurre ad analisi svolte in modo superficiale o all'impiego improprio di strumenti automatizzati con conseguente produzione di documenti di carattere troppo generico. In questo caso verrebbe meno la funzione del DVR come strumento di pianificazione per mantenere e migliorare continuamente le condizioni di sicurezza dei lavoratori.

---

<sup>1</sup>art. 15 c. 1 lett. a

<sup>2</sup>art. 17 c. 1 lett. a

<sup>3</sup>art. 28 c. 2 lett. a

<sup>4</sup>art. 28 c. 2 lett. a

Per rendere effettiva questa flessibilità lasciata ai datori di lavoro, il legislatore non fornisce alcuna linea guida per garantire il soddisfacimento di tutti i requisiti.<sup>5</sup> Si tratta di un'omissione che potrebbe consentire al processo di valutazione del rischio di divenire ancora più influenzabile dalla soggettività di chi lo segue rispetto a quanto già non lo sia intrinsecamente.

Che queste libertà e flessibilità possano realmente portare a documenti inadeguati è evidenziato da alcune recenti sentenze della Cassazione Penale:

- «esclusa la concreta previsione del rischio e conseguentemente la sua corretta gestione» [2];
- «valutazione dei rischi esistente che prevedeva soltanto generici ed imprecisati pericoli [...] Tali indicazioni sono state ritenute incongrue allo scopo [...] e rispondenti a meri criteri di generico buon senso» [3];
- «numerose incongruenze e incompletezze nel documento di valutazione dei rischi» [4].

Tra le sentenze ora citate, la prima [2] e la seconda [3] rimarcano, in particolare, come:

«Lo strumento della adeguata valutazione dei rischi è un documento che il datore di lavoro deve elaborare con il massimo grado di specificità, restandone egli garante: l'essenzialità di tale documento deriva con evidenza dal fatto che, senza la piena consapevolezza di tutti i rischi per la sicurezza, non è possibile una adeguata politica antinfortunistica.»<sup>6</sup>

considerazione che conferma il valore programmatico del documento di valutazione del rischio.

Allo scopo di evitare questo tipo di difformità è possibile ricorrere all'applicazione di standard nazionali o internazionalmente riconosciuti, che forniscono linee guida o veri e propri esempi di metodologie e strumenti di analisi e valutazione del rischio. La provenienza normativa garantisce che sull'efficacia di questi metodi vi sia un consenso diffuso, comprovato dall'approvazione da parte del comitato tecnico di riferimento, perciò appare lecito assumerne la validità generale.

## 1.2 Standard nazionali e internazionali di riferimento

Gli standard più rilevanti in materia di salute e sicurezza del lavoratore possono essere suddivisi in standard di gestione e standard di prodotto. I primi sono orientati a fornire linee guida (standard non certificabili) o definire veri e propri requisiti (il cui soddisfacimento è invece certificabile) per l'implementazione di processi o sistemi di gestione. I

---

<sup>5</sup>salvo per quanto previsto dall'art. 29, commi 5 e seguenti, applicabili a limitate categorie di organizzazioni

<sup>6</sup>riferendosi a: Cassazione Sez. QUARTA PENALE. *Sentenza n. 43786 del 13/12/2010* <http://olympus.uniurb.it/images/stories/pdf/43786.pdf> (URL consultato il 9 febbraio 2019)

secondi forniscono linee guida per la realizzazione di prodotti aventi determinate qualità desiderabili, come per l'appunto la sicurezza per l'utilizzatore, la compatibilità, la conformità a specifiche tecniche, ecc. Inoltre, l'ente normatore internazionale ISO<sup>7</sup> pubblica guide rivolte agli organismi di normazione per fornire indicazioni sulla stesura di nuovi standard o delucidazioni per consentire il recepimento di standard già pubblicati.

Verranno considerate le guide:

- ISO Guide 73:2009 [5];
- ISO/IEC Guide 51:2014 [6].

Queste guide differiscono tra loro in quanto l'una fissa le definizioni, e dunque in via indiretta la struttura, delle fasi del processo di gestione del rischio mentre l'altra definisce gli aspetti legati alla sicurezza da includere in standard di prodotto. Tale differenza appare in modo chiaro dalla già citata differente definizione di rischio, ben più generale ed ambivalente per la guida 73, più nettamente orientata alla salvaguardia dell'incolumità della persona per la guida 51.

Per quanto riguarda le altre norme disponibili, si farà riferimento in particolare a:

- BS OHSAS 18001 [7] e sua evoluzione ISO 45001 [8]. Sono relative ai sistemi di gestione per la salute e sicurezza sul lavoro, cuore dei quali è necessariamente il processo di valutazione del rischio, per cui sono definiti i requisiti certificabili e necessari per avere garanzia di efficacia ed efficienza;
- BS 8800 [9] e sua evoluzione BS 18004 [10]. Entrambe le norme costituiscono una guida alla realizzazione di un sistema di gestione per la SSL ed entrambe, nei rispettivi annex E, riportano una metodologia dettagliata di analisi e valutazione del rischio;
- ISO 31000 [11], norma non certificabile che fornisce linee guida per la pianificazione e l'implementazione di procedure di gestione del rischio;
- ISO 12100 [12], stabilisce una metodologia per la progettazione di macchine sicure per l'operatore. Nonostante il campo di applicazione appaia ristretto rispetto alle norme citate sopra, la metodologia di valutazione del rischio che essa contiene può essere considerata di validità generale.

### 1.2.1 Fasi standardizzate per la valutazione del rischio

Analizzando le definizioni date dalle norme finora citate alle fasi in cui si articola la valutazione del rischio, si osserva che queste risultano essere per lo più corrispondenti tra loro. Tuttavia sono evidenti alcune differenze, evidenziate nella tabella 1.1, che meritano di essere prese in considerazione.

Come si può notare, la prima importante differenza è data dalla definizione primaria del termine rischio (*risk*):

---

<sup>7</sup>ISO – International Organisation for Standardisation – è un'organizzazione internazionale non governativa e indipendente che riunisce 162 enti normatori nazionali.

<b>Risk: effect of uncertainty on objectives</b> (a) 1.1, (b) 3.1		<b>Risk: combination of the probability of occurrence of harm and the severity of that harm</b> (c) 3.9, (d) 3.12 (e) 3.26	
(a) ISO Guide 73:2009	(b) ISO 31000:2018	(c) ISO Guide 51:2014	(d) ISO 12100:2010
Establishing the context	Scope, Context, Criteria	Identify user, intended use and reasonably foreseeable misuse	Determination of the limits of the machinery
Risk identification	Risk identification	Hazard identification	Hazard identification
<b>Risk analysis</b>	<b>Risk analysis</b>	<b>Risk analysis</b>	<b>Risk analysis</b>
Risk evaluation	Risk evaluation	Estimation of risk	Risk estimation
<b>Risk assessment</b>	<b>Risk assessment</b>	<b>Risk assessment</b>	<b>Risk assessment</b>
		Evaluation of risk	Risk evaluation
			<b>Risk assessment</b>
		Hazard identification	Hazard identification
			<b>Risk assessment</b>
		Developing a methodology and procedures for hazard identification and risk assessment	
			(e) BS 18004:2018 (annex E)

Tabella 1.1: Confronto tra le fasi definite per la valutazione del rischio tra le varie norme. A riga uguale corrisponde una fase di contenuto analogo.

- la prima definizione offerta è di carattere più generale e include la possibilità che l'incertezza si riferisca, oltre che ad un rischio inteso con la sua connotazione tradizionale negativa, anche ad un rischio correlato a effetti positivi;
- la seconda definizione, più conforme all'accezione di uso comune del termine rischio, limita il campo degli effetti ad un potenziale danno ed il campo degli obiettivi all'evitare e ridurre l'entità di tale danno.

Le note integrative alla prima definizione, in entrambi i documenti citati, esplicitano come la prima definizione contenga al suo interno la seconda. Questa conferma giustifica la legittimità del confronto tra ordine e denominazione delle fasi.

La seconda differenza macroscopica è legata all'inclusione o meno della fase di definizione del contesto e dei criteri di rischio all'interno del processo di valutazione del rischio (*risk assessment*). Dal punto di vista gestionale questa fase viene fatta ricadere al di fuori del processo, perché preliminare e propedeutica alla vera e propria analisi in quanto strettamente legata alla definizione della politica dell'organizzazione, oltre al quadro legale e normativo di riferimento. Per quanto riguarda l'ambito delle norme di prodotto, questa fase viene fatta rientrare all'interno del processo di valutazione del rischio. In questo caso il motivo non può non ricondursi alla scala notevolmente inferiore su cui viene svolta l'analisi, fattore che comporta la necessità di definire caso per caso livello di dettaglio e criteri di rischio.

Ulteriore differenza notevole risiede nel modo in cui è considerata ricompresa all'interno della valutazione del rischio l'analisi del rischio (*risk analysis*). Ancora una volta a definire i differenti approcci è l'ambito di interesse delle norme o guide. Per l'ambito amministrativo, l'analisi del rischio è considerata una fase autonoma del processo, che avviene dopo l'individuazione dei rischi (*risk identification*, fase del tutto equivalente alla identificazione dei pericoli – *hazard identification*). Nell'ambito dei prodotti, invece, l'analisi di rischio è un processo che si sviluppa nelle fasi successive di definizione del contesto d'analisi, identificazione dei pericoli e stima del rischio, il cui risultato è l'attribuzione di un valore quantitativo o qualitativo (livello o indice) al rischio analizzato.

È interessante notare che nonostante la corrispondenza tra le fasi di valutazione per ciascuna delle norme descritte, la norma BS 18004 considera la valutazione del rischio in modo diverso, ovvero come composizione delle fasi di stima e ponderazione del rischio, distinte tra loro per tutte le altre norme e guide analizzate.

Si può concludere evidenziando che, come già riscontrabile dalla costruzione della tabella 1.1, le fasi che compongono il processo di valutazione del rischio risultino sostanzialmente standardizzate in modo trasversale, data la corrispondenza sostanziale del contenuto di ciascuna di esse a fronte di denominazioni e raggruppamenti differenti.

### 1.2.2 Particolarità delle metodologie proposte

Ciascuna norma propone poi dettagli differenti riguardo la metodologia con cui condurre la ponderazione del rischio.

### 1.2.2.1 ISO 31000

Secondo la norma ISO 31000 i criteri di rischio, e quindi i parametri in base ai quali valutare l'accettabilità del rischio (o del rischio residuo se già oggetto di mitigazione), devono essere definiti prima di procedere alla valutazione vera e propria. La norma prevede anche la revisione periodica di questi criteri e, se necessario, la loro modifica. Per quanto riguarda le fasi di analisi, suggerisce inoltre di tenere in considerazione tanto le incertezze (su informazioni disponibili, validità di eventuali supposizioni fatte, ecc.) quanto l'impatto della soggettività di tutte le persone coinvolte in termini di percezione del rischio ed esperienza personale. Ciò è maggiormente importante nella fase di identificazione dei rischi, dove è fondamentale che non ne venga trascurato alcuno e l'esperienza pregressa oppure un *bias* personale potrebbero portare ad ignorare completamente fonti di rischio potenzialmente molto critiche.

### 1.2.2.2 BS 18004

In modo analogo a quanto definito nella norma ISO 31000, la metodologia proposta nell'annex E prevede una determinazione a priori della soglia di accettabilità del rischio, già definita in base al livello di rischio ricavato dall'applicazione dello strumento matriciale.

### 1.2.2.3 ISO 12100

L'obiettivo del processo di valutazione e mitigazione del rischio descritto in questa norma è definito prima ancora della metodologia di valutazione, e consiste nella massima riduzione del rischio praticabile. Questa definizione rende molto flessibile il criterio di accettabilità, che deve essere verificato a seguito dell'analisi di ciascuno dei rischi individuati e non sulla base dell'intera macchina (o, estendendo in via preliminare il concetto in modo improprio, dell'intera organizzazione). È bene osservare che la maggior parte delle verifiche che vengono indicate per accertare la massima riduzione possibile del rischio, corrispondono a verifiche di requisiti già imposti dalla legislazione vigente nell'Unione Europea, in particolare in Italia. Inoltre, con opportune interpretazioni di natura meramente formale, data la chiarezza della *ratio* in base a cui sono state fissate, tutte queste verifiche possono essere tradotte per un impiego più ampio e generale.

### 1.2.2.4 ISO/TR 14121-2

Direttamente collegata alla ISO 12100, la norma ISO/TR 14121 [13] propone più metodologie strutturate per l'attribuzione di livelli di rischio ai rischi derivanti da tutti i pericoli individuati. L'attribuzione di un livello, data la derivazione diretta dalla norma precedente, non è svolto al fine di determinare l'accettabilità o meno del rischio residuo (continua ad essere valida la check-list descritta in precedenza) ma solo alla determinazione di un livello di priorità con cui trattare i singoli rischi durante la fase successiva di mitigazione. È importante notare che tutte le metodologie proposte, essendo applicate all'interno di quanto previsto dalla norma ISO 12100, sono state sviluppate in funzione della progettazione di una macchina e per essere quindi impiegate

in via preliminare (considerando un progetto unicamente basato sui requisiti prestazionali) al lordo di qualunque misura di sicurezza, e successivamente in modo iterativo all'aggiunta di ogni dispositivo o misura di sicurezza (aggiungendo eventuali pericoli introdotti, indipendentemente dalla loro natura).

#### 1.2.2.5 ISO 13849

Analoga considerazione rispetto al caso precedente può essere fatta per la norma ISO 13849 [14], che trattando della progettazione di sistemi sicuri di comando per macchine, rientra a sua volta nel campo di applicazione della ISO 12100, e dunque l'applicazione conforme del metodo di valutazione del rischio segue di norma un iter composto da una fase preliminare di valutazione al lordo delle misure di sicurezza seguito da una eventuale applicazione iterativa dopo la previsione di ogni dispositivo o misura di sicurezza rilevante.

### 1.2.3 Confronto tra le metodologie

Si può notare come le differenze risultino ancora una volta direttamente correlate agli ambiti di applicazione intesi per ciascuna delle norme. Nonostante tutte stabiliscano che il processo di analisi del rischio sia iterativo, ci sono sostanziali differenze sia per quanto riguarda la finalità con cui vengono condotti i singoli cicli, sia per quanto riguarda l'istante in cui ciascun ciclo è avviato e concluso.

#### 1.2.3.1 ISO 31000 e BS 18004

Le norme ISO 31000 e BS 18004 prevedono l'esecuzione dei primi cicli di valutazione del rischio (nel numero necessario al raggiungimento dell'accettabilità per tutti i rischi individuati) rispettivamente in corrispondenza dell'avvio dell'attività (intesa in senso lato anche come attività imprenditoriale o progetto) e dell'inizio dell'applicazione del Sistema di Gestione della Salute e della Sicurezza sul Lavoro (SGSSL). Trattandosi di norme dedicate alla gestione delle organizzazioni, la loro applicazione è legata al ciclo operativo dell'organizzazione stessa, o delle sue singole attività. Secondo il ciclo di Deming (o PDCA, acronimo formato dai nomi delle sue fasi: Plan, Do, Check, Act), cui si conformano la maggior parte degli standard di gestione, il processo di valutazione del rischio viene eseguito in via preliminare per indirizzare la fase di *Plan* e successivamente, durante ogni fase di *Check*. Il risultato di ciascuna iterazione successiva consente infatti di verificare che tutti gli interventi pianificati (*Plan*) e messi in atto (*Do*) sulla base dei dati precedenti abbiano portato a benefici o meno. Dal giudizio su tale risultato verranno derivati gli interventi correttivi (*Act*) opportuni per portare al miglioramento continuo. L'istante d'inizio di ciascun ciclo può essere ricondotto a istanti temporali specifici (e quindi a cadenze fisse) o in modo più flessibile in base ad inizio e termine di specifiche attività. Per quanto riguarda l'applicazione nei confronti della gestione del

rischio per la sicurezza sul lavoro all'interno di un DVR secondo il Testo Unico, tale periodicità dovrà necessariamente soddisfare le prescrizioni imposte dagli artt. 28 e 29.<sup>8</sup>

### 1.2.3.2 ISO 12100 e norme basate su essa

Le norme che si riferiscono alla sicurezza delle macchine, in quanto sviluppate per l'applicazione durante la progettazione, prevedono lo svolgimento del processo iterativo di valutazione del rischio esclusivamente prima dell'inizio dell'operatività della macchina oggetto di valutazione. Questa limitazione giustifica l'estensione del processo, che include quindi anche un'analisi preliminare di tutti i rischi a cui un lavoratore è esposto per via della macchina nella sua configurazione minima, intesa come quella che ne permette il funzionamento secondo le specifiche scelte o richieste. Tale modalità di svolgimento consente di ottenere una documentazione sufficiente a dimostrare il raggiungimento del rischio minimo praticabile nel rispetto della gerarchia imposta non solo dalla stessa ISO 12100 (*three-step method*<sup>9</sup>), ma anche dal Testo Unico<sup>10</sup>.

Considerati i requisiti imposti dal Testo Unico e la volontà di realizzare una metodologia di valutazione del rischio efficace per la maggior parte delle organizzazioni, si osserva che entrambi i tipi di metodologia possono portare i seguenti vantaggi:

- l'approccio ricorsivo offerto dalle norme di provenienza gestionale, legato a un ciclo di ampio respiro allo scopo di conseguire un miglioramento continuo, fornisce risultati sovrapponibili a quanto richiesto dall'art. 28 c. 2. Appare dunque opportuno scegliere una norma di questo tipo come riferimento primario;
- l'aggiunta di una fase di valutazione dei rischi al lordo di tutte le misure di sicurezza consente di ottenere un documento in cui sono evidenziati in modo chiaro i contributi portati da ciascun dispositivo e misura al livello di sicurezza finale raggiunto. Applicando questo approccio alla valutazione dei rischi sui luoghi di lavoro in generale, e prevedendo opportuna formazione ed addestramento, ciò consente di favorire una maggiore consapevolezza per i lavoratori rispetto a quali siano le proprietà o i dispositivi che rendono "sicura" una macchina. Il risultato auspicato è di una maggior collaborazione al mantenimento in efficienza di tutti i dispositivi di sicurezza installati, e di una maggior responsabilizzazione nei confronti dell'applicazione di procedure e misure organizzative previste.

Non avendo a che fare con un sistema chiuso come nel caso di una macchina, tale principio può non essere applicabile in modo rigoroso. A tale riguardo, verrà vagliata la possibilità di effettuare una valutazione preliminare del rischio considerando le sole misure di sicurezza di natura tecnica la cui efficacia non dipende in via diretta dall'intervento umano. Verranno considerati in questa fase, ad esempio, tutti i sistemi di

---

<sup>8</sup>salvo variazioni delle attività, la scadenza rimane vincolata in modo quasi esclusivo dal periodo imposto dall'esito della valutazione stress lavoro-correlato

<sup>9</sup>ISO 12100:2010 par. 6.1

<sup>10</sup>cfr. ordine dell'elenco di cui all'art.15 c. 1



interblocco o tutti i ripari ordinariamente non rimovibili, mentre non verranno considerati i dispositivi di protezione individuali e le procedure a svolgimento individuale. In questo modo sarà possibile evidenziare quei rischi per i quali la competenza, consapevolezza e qualifica del lavoratore sono fondamentali per raggiungere un livello di rischio accettabile.

### 1.3 Rischi normati e leggi

Per lo scopo di questo lavoro, si definiscono rischi normati quelli per i quali le definizioni dei livelli di rischio, gli strumenti per l'attribuzione dei livelli e i criteri di rischio, oltre alle eventuali misure migliorative/correttive obbligatorie, sono specificatamente indicati in:

- leggi cogenti (T.U. Sicurezza, DM 10/3/1998, ecc.);
- standard nazionali/internazionali (eventualmente anche richiamati da specifici articoli di legge);
- linee guida pubblicate da enti nazionali (ex ISPESL, INAIL).

Per queste categorie di rischio si ritiene più appropriato l'impiego degli strumenti specifici già disponibili, in quanto formulati per ciascuno specifico rischio e riconosciuti come attendibili. Tutti i rischi residui derivanti in via indiretta da rischi normati, e per questo non ricompresi nel campo di applicazione degli strumenti specifici, dovranno invece essere oggetto di valutazione mediante lo strumento generale. Rientrano in questa categoria, ad esempio, i potenziali rischi introdotti dalla prescrizione di otoprotettori in luoghi a rischio rumore come difficoltà di comunicazione, ridotta efficacia dei dispositivi di segnalazione acustica, ecc. Si fa notare come l'unica variazione riguardi lo strumento di analisi ed i criteri di rischio, ma non la metodologia nel suo insieme, che dovrà conservare la propria validità qualunque sia il rischio valutato e comunque sia formata la coppia strumento di analisi-criteri di rischio.

Un elenco di rischi normati, con relativi riferimenti legislativi e/o a norme tecniche e linee guida ufficiali è riportato nella tabella 1.2.

Rischio	Riferimento legislativo	Riferimento normativo
Ergonomia	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ISO 11226</li> <li>• PD ISO/TR 12295</li> <li>• UNI EN ISO 6385</li> <li>• UNI EN ISO 7250</li> <li>• UNI EN 1005</li> </ul>

(segue)

<b>Rischio</b>	<b>Riferimento legislativo</b>	<b>Riferimento normativo</b>
Illuminazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allegato IV T.U.</li> <li>• DM 10/03/98</li> <li>• Regole tecniche di prevenzione incendi</li> <li>• Art. 15 D.Lgs. 139/2006</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UNI EN 12464</li> </ul>
Microclima	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allegato IV T.U.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UNI EN 27243</li> <li>• UNI EN ISO 7730</li> <li>• Linee guida INAIL</li> </ul>
Scariche atmosferiche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titolo III capo III T.U.</li> <li>• DM 37/08</li> <li>• DPR 462/01</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CEI 81-2,10</li> <li>• CEI EN 62305</li> <li>• Linee guida INAIL</li> </ul>
Spazi confinati	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Artt. 66, 121, Allegato IV punto 3, 4 T.U.</li> <li>• DM 10.03.1998</li> <li>• Art. 15 D.Lgs. 139/2006</li> <li>• DPR 177/2011</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manuale illustrato per lavori in ambienti sospetti di inquinamento o confinati (INAIL)</li> </ul>
Stress lavoro correlato	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Art. 28 c. 1 T.U.</li> <li>• Circ. 18/11/2010 prot. 15/SE-GR/0023692</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedure e checklist INAIL</li> </ul>
Lavori elettrici	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Artt. 82, 83 (117) T.U.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CEI 11-27</li> <li>• CEI 11-48 (corr. EN 50110-1)</li> </ul>
Radiazioni ionizzanti	<ul style="list-style-type: none"> <li>• D.Lgs. 230/1995</li> </ul>	—
Incendio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titolo I, Capo III, sez. VI; Allegato IV punto 4 T.U.</li> <li>• DM 10/03/1998</li> <li>• DPR 151/2011</li> <li>• Art. 15 D. Lgs 139/2006</li> <li>• Regole tecniche di prevenzione incendi</li> <li>• DM 09/05/2007</li> </ul>	—

*(segue)*

<b>Rischio</b>	<b>Riferimento legislativo</b>	<b>Riferimento normativo</b>
Chimico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titolo IX Capo I; Allegato IV punto 2 T.U.</li> <li>• RD 635/1940</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TLV ACGIH</li> <li>• WEL HSE UK (da EH40/2005)</li> <li>• IOELV (da direttive UE)</li> </ul>
Carcinogeno, mutagene	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titolo IX Capo II T.U.</li> </ul>	—
Amianto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titolo IX Capo III T.U.</li> </ul>	—
Movimentazione manuale dei carichi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titolo VI; Allegato XXXIII T.U.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UNI ISO 11228</li> <li>• UNI EN 1005</li> <li>• OCRA index</li> </ul>
Videoterminale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titolo VII; Allegato XXXIV T.U.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Check-list OSHA</li> <li>• Checklist NIOSH</li> </ul>
Rumore	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titolo VIII Capi I e II T.U.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UNI 9432</li> <li>• UNI EN ISO 9612</li> </ul>
Vibrazioni	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titolo VIII Capi I e III T.U.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UNI ISO 2631</li> <li>• UNI EN ISO 5349</li> </ul>
Campi elettromagnetici	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titolo VIII Capi I e IV T.U.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CEI EN 50500</li> <li>• CEI EN 50519</li> <li>• CEI 211</li> </ul>
Radiazioni ottiche artificiali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titolo VIII Capi I e V T.U.</li> </ul>	UNI EN 14255
Biologico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titolo X T.U.</li> </ul>	—
Atmosfere esplosive	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titolo XI; Allegato IV punto 4 T.U.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UNI EN 1127</li> <li>• CEI EN 60079</li> <li>• CEI EN 61241</li> </ul>
Caduta dall'alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titolo IV, capo II; Art. 113; Allegato XX T.U.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UNI 11158</li> <li>• UNI 11578</li> <li>• UNI 11560</li> </ul>

Tabella 1.2: Elenco dei rischi normati con riferimenti



## Capitolo 2

# Riferimenti a ricerche precedenti

La maggior parte della letteratura in materia di valutazione degli strumenti esistenti o proposta di nuovi strumenti per l'analisi dei rischi relativi alla sicurezza si concentra nell'ambito delle attività generalmente considerate ad alto rischio, e prevalentemente nel settore industriale. Tale ambito è caratterizzato da alcuni vantaggi di cui le aziende possono godere in virtù della natura delle operazioni svolte al loro interno:

- tassi di fallimento delle componenti tecniche dei sistemi calcolabili in modo affidabile e dati reperibili da ampia bibliografia;
- organizzazione del lavoro molto rigida, mansioni ben identificate, tempi rigidamente gestiti;
- procedure ripetitive e ripetibili;
- tassi di affidabilità dell'intervento dei lavoratori calcolabili o comunque già oggetto di studio;
- omogeneità di organizzazione spaziale e operativa tra parti di aziende, impianti, macchine operanti su scala simile e/o deputate allo svolgimento di lavorazioni simili.

La ricerca di uno strumento di analisi di applicabilità generale deve necessariamente partire dal presupposto che la maggior parte delle aziende ed organizzazioni non caratterizzate da operatività affini a quella industriale non possono godere di questi vantaggi. Al contrario, può risultare impossibile giungere a una determinazione precisa di alcuni dei dati elencati.

Per tali ragioni la ricerca non potrà rivolgersi verso metodi quantitativi ma qualitativi o al più semi-qualitativi, per i quali gli indici da cui si ricavano i livelli di rischio non potranno essere ricavati attraverso una funzione matematica dalle quantità cui si riferiscono.

Per le ragioni precedentemente citate, le ricerche ritenute più rilevanti per lo scopo di questa analisi sono quelle relative all'ambito della sicurezza delle macchine. Questo

perché molti rischi tipici del settore manifatturiero possono trovare dirette corrispondenze (o analogie) con rischi individuabili in altri settori, mentre altri sono propriamente trasversali per ogni settore (ergonomia, illuminazione, ecc.). Al contrario, i rischi tipici correlati, per esempio, a impianti di processo chimico o grandi centrali elettriche non possono trovare corrispondenza né per quanto riguarda l'estensione dei confini entro cui è prevista l'esecuzione dell'analisi (estesi molto spesso all'esterno dei confini fisici), né per il massimo danno potenziale da considerare.

## 2.1 Ricerche precedenti rilevanti e loro conclusioni

Sulla base di queste considerazioni, risultano di particolare interesse le ricerche *Experimental Analysis of Tools Used for Estimating Risk Associated with Industrial Machines* [15] e *Hands-On Experimentation with Risk Estimation Parameters and Tools* [16], entrambe concentrate sullo studio comparativo tra più strumenti di valutazione del rischio differenti applicati ad uno stesso set di scenari, nel primo caso applicati tutti da uno stesso team mentre nel secondo caso (con un numero minore di strumenti) da più esperti in materia di sicurezza sul lavoro.

Tutti gli scenari considerati da queste ricerche (per la seconda si tratta di un sottoinsieme di quelli valutati dalla prima) sono legati all'utilizzo di macchine, perciò caratterizzati dalla disponibilità di dati piuttosto accurati riguardo tutti i parametri che influenzano o possono influenzare l'esito dell'analisi del rischio, con unica fonte di incertezza collegata alle eventuali imprecisioni nelle definizioni fornite dagli stessi strumenti analizzati, e quindi all'attribuzione dei livelli per i parametri.

Per determinare l'entità delle conseguenze dovute all'elevata incertezza sui dati disponibili o rilevabili per quanto riguarda le attività più flessibili, con particolare attenzione alla componente probabilistica del rischio, si è fatto riferimento a studi che hanno analizzato l'influenza della soggettività nell'attribuzione di un valore su una scala ordinale di probabilità [17] [18]. Entrambi gli studi concordano sulla relativa semplicità ed elevata coerenza nell'assegnazione dei valori manifestamente appartenenti a un intorno degli estremi delle scale di riferimento (1-2, 9-10 in una scala numerica; mai, molto raramente o sempre, molto spesso per scale non numeriche), mentre per i valori intermedi i valori attribuiti tendono a variare notevolmente in base all'osservatore, alla sua esperienza ed al contesto.

Alla luce di questi risultati, e considerata la relativa semplicità di stabilire in modo intuitivo quali possano essere le conseguenze plausibili di massima gravità di un determinato incidente, appare ancor più giustificato il risultato conseguito dagli studi [15] e [16] per quanto riguarda scenari di "rischio molto basso" e "rischio molto alto". La massima variabilità è dunque da attendersi nell'attribuzione del livello di rischio nella regione intermedia compresa tra questi due estremi, all'interno della quale diversi strumenti ma soprattutto diversi soggetti potrebbero ottenere valutazioni piuttosto contrastanti in termini di priorità di intervento (o, ancor peggio, di accettabilità del rischio).

## 2.2 Rilevanza metodologica e risultati di validità generale

Considerati i suggerimenti con cui si concludono [15] e [16] ma soprattutto quanto emerge da *Recommendations on the use and design of risk matrices* [19] e *What's Wrong with Risk Matrices?* [20], si può ricavare un elenco di regole in base al quale definire strumenti di valutazione del rischio che possano risultare di buon valore predittivo e scarsamente influenzabili da parametri soggettivi:

- gli strumenti devono valutare combinazioni di parametri "standard" secondo ISO 14121-1: 2 parametri (secondo la rappresentazione più classica  $R = f(P, M)$ <sup>1</sup>) oppure 4 parametri (scomponendo il parametro P in sotto-parametri che indichino frequenza di esposizione, evitabilità, durata e probabilità di avvenimento dell'evento pericoloso). Si noti che durata dell'esposizione e frequenza di esposizione sono combinabili (in particolare già combinati nei metodi proposti dalla ISO 14212-2);
- il peso relativo di ciascun parametro deve essere definito in modo chiaro ed essere appropriato, per evitare che un solo parametro influenzi eccessivamente il livello di rischio;
- ciascun parametro deve essere definito e il suo significato documentato in modo chiaro, in modo tale che non ci siano ambiguità rispetto a cosa considerare per l'attribuzione del punteggio;
- impiegare un numero di livelli compreso tra 3 e 5 per il parametro "magnitudo", per consistenza con la maggior parte degli strumenti già definiti ed evitare incertezze di attribuzione per scenari "intermedi";
- impiegare un numero di livelli compreso tra 3 e 5 per il parametro probabilità di danno P (caso di strumento a 2 parametri). Questo punto e il precedente sono confermati dalla ricerca di Duijm [19], che individua problemi legati alla scarsa risoluzione delle matrici di rischio rispetto alla continuità dei valori attribuibili ai parametri che lo compongono. Questo parametro risulta anche il più complesso cui attribuire un valore, in quanto spesso non è chiaro se ci si possa riferire ad una probabilità statistica o soggettiva [21] [16];
- definire almeno 4 livelli di rischio, perché strumenti con un numero di livelli inferiore tendono a sovrastimare il rischio. Questo in quanto anche Cox [20] suggerisce di aumentare il numero di livelli oltre 3 per consentire di superare la distinzione tra accettabile e non accettabile, ed essere comunque in grado di attribuire in modo chiaro priorità a rischi di livello differente;
- preferire un metodo con valutazione in matrice piuttosto di altri strumenti grafici (motivazione legata alla evidenza di correlazioni contro altri grafi in cui la dipen-

---

<sup>1</sup>R=rischio, P=probabilità di concretizzazione del danno, M=magnitudo del massimo danno ragionevolmente atteso

denza dalla variazione di un parametro è meno evidente e l'effetto dell'incertezza meno chiaro);

- evitare discontinuità o vuoti tra soglie o livelli dei parametri;
- evitare impiego di definizioni non chiare e univoche per definire le soglie dei parametri [18];
- il parametro frequenza di esposizione deve essere definito rispetto a un periodo di riferimento per evitare i problemi altrimenti legati alle conclusioni dello studio già citato al punto precedente;
- evitare di utilizzare definizioni simili o ambigue per più soglie di uno stesso parametro;
- realizzare la matrice di valutazione in modo da distribuire omogeneamente i livelli di rischio. Ciascuna riga e colonna dovrebbe consentire di raggiungere un numero congruo di livelli di rischio. Apparente contrasto con Cox [20], ma considerando un sottoinsieme (ovvero escludendo righe e colonne più esterne) delle matrici da lui teorizzate, risulta concordare;
- evitare strumenti eccessivamente sensibili all'incremento anche unitario di un solo parametro. È importante che il peso sia congruo con l'effettivo impatto del parametro sul risultato finale;
- progettare o scegliere uno strumento appropriato per lo scopo della valutazione del rischio. Questo include la calibrazione dei livelli dei parametri per l'analisi della sicurezza. Strumenti per industrie a rischio di incidente rilevante non sono idonei per aziende di servizi perché il danno massimo nel primo caso è la morte di più individui, mentre nel secondo potrebbe essere considerato nello stesso modo un infortunio con esito di disabilità grave;
- per definire i livelli di ogni scala è preferibile indicare almeno un esempio cui riferirsi per analogia, in modo tale da semplificare la decisione del livello appropriato;
- evitare soglie numeriche non immediate (es.  $10^{-5}$  eventi/anno), perché pratiche solo qualora dati della stessa tipologia siano disponibili/calcolabili agevolmente;
- soddisfare i «criteri di semplicità, brevità e comprensibilità» richiesti dall'art. 28 del D.Lgs. 81/08.

Le ricerche svolte dall'IRSSST ([15],[16]) esprimono anche dei giudizi per alcuni degli strumenti proposti dalle norme già citate:

- metodo secondo BS 8800, corrispondente a quello citato dalla BS 18004. Catalogato tra gli strumenti a valutazione "intermedia", mostra criticità secondo i criteri precedenti per via della composizione della sua matrice, che presenta una sola cella per rischio medio e diverse discontinuità;<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup>strumento cui corrisponde il numero 3



- metodo originario nella norma ANSI B11.TR3, corrispondente al metodo matriciale proposto dalla ISO/TR 14121-2. È catalogato tra gli strumenti sovrastimanti, difetto attribuibile in parte anche all'ambigua definizione dei livelli del parametro probabilità, che lascia molto spazio all'interpretazione essendo privo di qualunque riferimento. Da notare come nella matrice di rischio vi siano due livelli di magnitudo del danno che portano ad ottenere gli stessi livelli di rischio a parità di probabilità, fatto che ne denota una costruzione anomala;<sup>3</sup>
- metodo ibrido proposto dalla ISO/TR 14121-2. Risulta non conforme a molte delle indicazioni precedenti. Nello specifico, viene valutato come sovrastimante del rischio rispetto alla media, sia per il numero limitato di livelli di rischio associato ad una distribuzione fortemente asimmetrica dei livelli nella matrice, sia per il peso considerevolmente eccessivo del parametro frequenza di esposizione che per un'esposizione continua preclude di fatto il raggiungimento della maggior parte delle celle corrispondenti ad un rischio basso nella matrice;<sup>4</sup>
- metodo grafico proposto da ISO/TR 14121-2. Il limite di due soli livelli di magnitudo del danno, unito all'asimmetria del grafico stesso, comporta una matrice equivalente prevalentemente occupata da livello basso e intermedio di rischio. In particolare, la definizione di magnitudo del danno spinge necessariamente a un suo impiego "al negativo" (ovvero ogni danno non palesemente grave secondo tale definizione viene considerato lieve), cosa che potrebbe spiegare la sua classificazione come sotto-stimatore del rischio.<sup>5</sup>

Sulla base di queste analisi, si può notare come la proposta di impiego di strumenti basati su matrici di rischio o grafici simmetrici appaia essere, almeno in prima analisi, concorde con le conclusioni degli studi citati.

Per quanto riguarda le matrici di rischio, è opportuno evidenziare una particolare critica mossa da Cox [20]: la maggior parte delle matrici di rischio realizzate su base di indici numerici, derivando in modo più o meno diretto dalla tradizionale nozione matematica di rischio come prodotto tra probabilità e magnitudo, considerano una correlazione positiva tra i valori attribuiti ai livelli di ciascun parametro e l'entità del parametro stesso. Questo tipo di assunzione può comportare gravi difetti nell'analisi qualora vengano trattati fenomeni per cui tale correlazione non è valida (perché ad esempio danno origine con maggior frequenza a eventi ad alto potenziale di danno). Sarà dunque opportuno valutare con attenzione la natura di queste correlazioni prima di procedere alla scelta del tipo di matrice impiegato.

Volendo indagare circa l'applicabilità di alcuni di questi strumenti per la valutazione dei rischi derivanti o correlati ad attività anche molto diverse da quelle tipicamente associate al lavoro con macchine, risulta utile appoggiarsi a parte della metodologia già impiegata dalle ricerche finora riportate. In particolare, si farà riferimento al confronto

---

<sup>3</sup>strumento cui corrisponde il numero 24

<sup>4</sup>strumento cui corrisponde il numero 67

<sup>5</sup>strumento cui corrisponde il numero 91 nella stessa ricerca citata

tra livelli di rischio ottenuti da strumenti diversi tramite normalizzazione su una scala 0-100, perché questo consentirà di confrontare i risultati ottenuti non solo tra loro, ma anche con quelli reperibili in letteratura, qualunque sia il numero di livelli di rischio attribuibili impiegando ciascuno strumento.

## Capitolo 3

# Metodologia proposta

Seguendo le fasi del processo di analisi del rischio secondo norma ISO 31000, ritenuta di carattere più generale tra quelle considerate, si procederà con la definizione progressiva di quali considerazioni hanno portato a ricavare la metodologia proposta per ciascuna di esse.

### 3.1 Estensione, contesto e criteri di rischio

Volendo definire una metodologia adatta ad essere applicata per la redazione di un documento di valutazione del rischio secondo quanto richiesto dal D.Lgs. 81/08, ovvero finalizzato alla tutela della salute e sicurezza dei lavoratori, è naturale definire l'estensione del campo di applicazione del processo limitata alla realtà lavorativa di ciascuno dei soggetti tutelati all'interno dell'organizzazione.

Per fare questo sono possibili differenti tipi di approccio:

- orientato ai processi, ovvero che individui per ciascun processo le fonti di pericolo cui sono esposti gli addetti allo svolgimento delle attività elementari che vi partecipano, e infine i profili di rischio per ognuno di quelli derivanti dallo svolgimento di dette attività;
- orientato alle aree, che per ogni ambiente individui fonti di pericolo esistenti o potenziali, i soggetti che vi sono esposti o che li originano (svolgendo attività lavorative o affini) e ricavi i profili di rischio legati a ciascuna di queste fonti;
- orientato alle mansioni, che scomposta ogni mansione dei lavoratori in attività elementari definisca i profili di rischio in base alle caratteristiche dell'attività e del luogo in cui avviene, ovvero in funzione di pericoli ed eventi pericolosi con cui la mansione può interagire o a cui può dare origine.

La strategia più versatile tra quelle presentate risulta quella orientata alle mansioni, in quanto la sua dipendenza da un'organizzazione del lavoro sistematica o dal luogo specifico in cui si svolgono le attività lavorative è minore. Inoltre, basandosi sulle mansioni

è possibile ottenere un miglioramento in termini di efficienza qualora più figure svolgano mansioni analoghe o del tutto corrispondenti pur facendo parte di unità funzionali differenti (che altrimenti dovrebbero essere oggetto di analisi ridondanti, con conseguente dispendio di risorse non necessario).

Rispetto alle altre presenta però un difetto: intraprendere un'indagine dettagliata fin dal principio può portare a trascurare valutazioni che necessitano invece di una visione d'insieme. Ad esempio, analizzando ciascun processo nel suo complesso prima di analizzarne i dettagli può risultare più immediato riconoscere l'effettiva necessità o meno di alcune delle lavorazioni per le quali vengono svolte attività rischiose, in modo da adempiere al principio di priorità per l'eliminazione dei rischi non necessari.

Per ciascuno degli approcci è inoltre necessario evidenziare che per valutare *tutti* i rischi, come previsto dal D.Lgs. 81/08, occorre estendere l'analisi anche agli spostamenti (per qualunque motivo essi avvengano) effettuati all'interno del luogo di lavoro e lungo vie di accesso o collegamento ad altre aree, dall'ingresso alla proprietà prima dell'inizio del turno fino all'uscita al termine dell'orario di lavoro.

Nonostante i difetti citati, per lo scopo dello strumento che si intende ottenere risulta maggiormente appropriato un approccio orientato prevalentemente all'analisi delle mansioni rispetto ad altri, in virtù della sua maggiore flessibilità. Tuttavia, data la necessità di garantire completezza all'analisi, non è possibile omettere un'indagine orientata alle aree. Questa verrà svolta come seconda fase, subito dopo aver identificato ed analizzato ciascuna mansione, per ciascuno dei luoghi che il lavoratore occupa o attraversa.

Per quanto riguarda il contesto, occorrerà tenere conto della specificità della realtà organizzativa entro cui si svolge l'attività lavorativa e dunque l'analisi. Questo è a maggior ragione importante per via della possibile varietà di tutti i fattori che possono condizionare anche notevolmente la determinazione del tipo di misure di eliminazione, riduzione o compensazione del rischio. Dimensioni dell'organizzazione, organigramma/funzionigramma, settore industriale, organizzazione degli spazi sono solo alcuni di questi fattori di cui occorrerà tenere conto. Al fine di portare l'analista a non trascurare nessuno di questi fattori, verranno inseriti appositi campi nelle schede di rilevamento che dovranno essere compilati con le informazioni disponibili e/o rilevabili in fase di sopralluogo.

I criteri di rischio sono cruciali per poter sfruttare in modo significativo i risultati dell'analisi di rischio, in quanto sulla base di questi verrà effettuata la ponderazione dei rischi analizzati. Questi criteri devono essere determinati in base al contesto in cui opera l'organizzazione.

Prima di tutto è necessario tenere in considerazione il contesto legislativo dopodiché, se previsto dalla politica dell'organizzazione, tali criteri potranno essere resi ancor più cautelativi. Poiché per l'ordinamento sia italiano che europeo – nonché per un numero crescente di Paesi nel mondo – la salute e la sicurezza di ciascun lavoratore, e per estensione di ciascun individuo, debbano essere tutelate con gli stessi obiettivi di massima

sicurezza ragionevolmente raggiungibile, appare altrettanto valido supporre che la soglia di accettabilità "assoluta" del rischio, se stabilita, sia applicabile a tutte le mansioni analizzate.

Analoga considerazione dovrà quindi valere, per lo stesso principio, anche per la soglia di non accettabilità "assoluta".

Per ciascuno dei metodi analizzati verrà dunque valutata la possibilità di definire un livello di rischio considerato come massimo tollerabile senza interventi di mitigazione urgenti ed un altro come massimo livello di rischio per cui sia accettabile lo svolgimento di una determinata attività ad esso correlata, anche a fronte dell'impiego delle migliori misure preventive e protettive applicabili. In via preliminare, si potrebbero considerare i livelli minimo e massimo di rischio come collocati rispettivamente al di sotto ed al di sopra degli estremi stabiliti, mentre i livelli intermedi sarebbero utilizzati prevalentemente per generare in modo chiaro una classifica di priorità tra quei rischi che non rientrino in nessuna delle due categorie estreme.

### **3.2 Definizione dello strumento di individuazione dei pericoli**

Secondo quanto già definito in sezione 3.1, lo strumento di individuazione dei pericoli seguirà un approccio per mansione e per area.

Tra tutte le tipologie di strumento illustrate dalla norma IEC/ISO 31010 [22] (riferita alla norma ISO 31000 [11]) quelle idonee all'applicazione a questa fase del processo che dipendano in forma ridotta dall'esperienza dell'analista e che in questo modo non sono condizionabili da usi comuni/assuefazione al rischio o dalla completezza delle conoscenze specifiche già possedute al momento dell'inizio dell'analisi sono check-list ed analisi preliminare dei pericoli.

Il primo strumento consente di rilevare la presenza o meno di ciascun tipo di pericolo, ed offre il vantaggio di fornire suggerimenti circa categorie di rischio potenzialmente occulte. Purtroppo, per ottenere un giusto compromesso tra completezza e semplicità di utilizzo e gestione dello strumento, non è possibile realizzare check-list che contengano tutti i possibili scenari, sostanze ed oggetti pericolosi per qualunque tipo di industria (una check-list "completa" raggiungerebbe peraltro proporzioni tali da renderla di utilizzo impossibile).

Risulta pertanto conveniente limitare la profondità dell'analisi applicando check-list alla sola individuazione delle categorie di pericoli presenti. Questo le rende strumenti di rapida applicazione ma scarso dettaglio, quindi inadatte a fornire una descrizione accurata degli scenari rischiosi associati in modo sistematico e ripetibile.

L'analisi preliminare dei pericoli ha invece inizio con la costruzione di un inventario di tutte le fonti di pericolo rilevabili, sia che si tratti di fonti semplici (sostanza, macchina, utensile, attività, ecc.), sia che si tratti di fonti complesse (interferenza tra attività differenti, pericolosità legata all'organizzazione in pianta degli spazi, ecc.). Il risultato, essendo un semplice inventario, non fornisce in via immediata una classificazione delle tipologie di rischio ma consente di determinare in via preliminare l'entità delle conse-

guenze possibili, l'estensione dell'area eventualmente interessata, e la presenza o meno di leggi o norme specifiche che ne regolino valutazione o gestione.

Dall'analisi di questi due strumenti si è raggiunta la conclusione che una loro combinazione possa dare origine ad uno strumento sufficientemente universale e dettagliato, oltre che meno incline a consentire errori od omissioni legati a fattori soggettivi. Il risultato di tale combinazione sarà dunque un sotto-processo sviluppato in due fasi:

- compilazione di una check-list per definire le categorie di pericolo presenti e potenziali;
- inventario dettagliato delle fonti di ciascun pericolo.

Tale sottoprocesso sarà implementato per ciascuna attività elementare prevista da ciascuna mansione individuata. Rischi analoghi originati da fonti di pericolo analoghe e corrispondenti a scenari simili saranno poi ricombinati in singole "famiglie" di rischio.

Il vantaggio offerto da questa procedura è di fornire analisi dettagliate delle caratteristiche di ciascuna mansione, tenendo a mente che risulta preferibile sia in termini di efficacia che di efficienza impiegare misure di prevenzione e protezione idonee a contrastare tutti i rischi simili tra loro piuttosto che predisporre combinazioni di misure differenti per ciascuno scenario di rischio simile.

### **3.3 Strumenti di analisi del rischio valutati**

Gli strumenti di analisi valutati sono stati derivati da alcuni degli standard citati in precedenza:

- metodo matriciale proposto da ISO/TR 14121-2;
- metodo ibrido come/derivato da ISO/TR 14121-2;
- metodo grafico come/derivato da ISO 13849.

La scelta di analizzare questi strumenti e derivarne versioni di applicabilità "generale" è legata alla loro universalmente accettata validità in quanto contenuti in standard internazionali.

Dato il campo di applicazione limitato entro cui sono stati definiti gli strumenti precedenti, si è ritenuto opportuno confrontare ciascuno di essi con il metodo matriciale definito nella norma BS 18004, non limitato alla sola industria manifatturiera in quanto definito all'interno di una norma per la realizzazione di sistemi per la gestione di sicurezza e salute sul lavoro.

#### **3.3.1 Criteri di scelta**

Lo strumento campione è contenuto all'interno di un intero processo di analisi e ponderazione del rischio ben definito, sia in termini operativi che quantitativi, ragione che lo

rende particolarmente utile al fine di valutare le qualità di ciascuno degli altri strumenti proposti per un confronto.

Ciascuno degli strumenti alternativi considerati possiede una o più qualità che lo rende potenzialmente più affidabile (in base a quanto stabilito dalle ricerche sopra citate) rispetto al metodo scelto come campione di controllo:

- nel caso dello strumento matriciale secondo ISO/TR 14121-2 si nota che la matrice, pur presentando due righe identiche, rimuove parte delle asimmetrie e delle discontinuità presenti in quella del metodo campione ed è quindi considerabile migliorativa. L'aggiunta di un livello ulteriore di gravità del danno potenziale non influisce particolarmente in quanto le righe della matrice corrispondenti a danno grave e critico sono uguali tra loro, fattore che porta tale livello aggiuntivo a non influire sull'attribuzione del livello di rischio. Può comunque rendersi utile, a parità di livello attribuito, per definire priorità o una soglia di non accettabilità legata in modo diretto anche alla gravità delle conseguenze;
- per quanto riguarda lo strumento ibrido, la sua caratteristica di sintetizzare un metodo matriciale per l'attribuzione del livello di rischio con un metodo ad indice per determinare in forma matematica un parametro di probabilità di avvenimento (parametro "classe"), risulta particolarmente interessante. Questo perché consente, con opportune modifiche, di attribuire pesi diversi per i singoli parametri che contribuiscono a determinare il rischio e di stabilire una legge di variazione anche non lineare dei punteggi in base ai livelli ad essi attribuiti. Scomponendo nelle singole componenti il fattore "classe" si consente inoltre una valutazione più dettagliata, che pur rimanendo essenzialmente qualitativa lascia minore spazio all'interpretazione soggettiva. Il motivo di questo giudizio sta nella maggior semplicità di attribuire un valore a più indici elementari ben definiti rispetto ad attribuire un valore al parametro aggregato cui contribuiscono;
- lo strumento grafico secondo ISO 13849 viene proposto come alternativa speditiva ai metodi precedenti, in quanto l'attribuzione del livello di rischio avviene per scelte dicotomiche successive, che per quanto qualitative e soggettive non pongono lo stesso grado di complessità nella scelta rispetto a quella tra un maggior numero di livelli [18]. Si fa notare che, oltre all'analogia matriciale proposta nella norma ISO/TR 14121-2 e sfruttata per confrontare le proprietà di questo metodo con gli altri, la simmetria del grafico consente una trasposizione del metodo con uno ad indici per somme, come verrà descritto successivamente. Questa proprietà rende lo strumento particolarmente flessibile per quanto riguarda l'implementazione "sul campo" in base alla preferenza dell'analista, senza variazioni di alcun tipo nel suo comportamento.

### 3.3.2 Strumento campione – da metodo BS 18004

Si tratta di uno strumento caratterizzato da definizioni ben poste sia per il significato dei parametri considerati che per i livelli attribuibili agli stessi. Le scale analizzate di seguito

sono infatti corredate da esempi per quanto riguarda la gravità e valori esemplificativi di frequenze attese corrispondenti a fasce di probabilità.

**Gravità** La gravità delle conseguenze è suddivisa in tre categorie e per ciascuna di esse sono definite le caratteristiche che tali conseguenze devono avere per ricadere nell'una o nell'altra, anche nel caso di malattie professionali. I livelli di gravità del danno, tratti dalla norma, sono riportati in tabella 3.1.

Harm category <sup>1)</sup> (examples)	Slight harm	Moderate harm	Extreme harm
Health	Nuisance and irritation (e.g. headaches); temporary ill health leading to discomfort (e.g. diarrhoea).	Partial hearing loss; dermatitis; asthma; work-related upper limb disorders; ill health leading to permanent minor disability.	Acute fatal diseases; severe life shortening diseases; permanent substantial disability.
Safety	Superficial injuries; minor cuts and bruises; eye irritation from dust.	Lacerations; burns; concussion; serious sprains; minor fractures.	Fatal injuries; amputations; multiple injuries; major fractures.

<sup>1)</sup> the health and safety harm categories are effectively defined by quoting examples and these lists are not exhaustive.

Tabella 3.1: Livelli di gravità del danno (strumento da BS 18004)

**Probabilità** La probabilità è definita come *probabilità che il danno si verifichi* (tabella 3.2), ed i livelli che possono esservi attribuiti sono quattro. L'orizzonte temporale massimo di riferimento stabilito dalla norma corrisponde alla vita lavorativa di una persona, stimata numericamente (allo scopo di questa analisi) in circa 40 anni.

Categories for likelihood of harm	Very likely	Likely	Unlikely	Very unlikely
Typical occurrence	Typically experienced at least once every six months by an individual	Typically experienced once every five years by an individual	Typically experienced once during the working lifetime of an individual	Less than 1% chance of being experienced by an individual during their working lifetime

Tabella 3.2: Livelli di probabilità (strumento da BS 18004)

**Matrice di rischio** La matrice suddivide in una scala di cinque categorie i rischi analizzati, da "rischio molto basso" a "rischio molto alto" (tabella 3.3). Come è possibile notare, la matrice di rischio contiene discontinuità ed asimmetrie che violano almeno in apparenza i principi ricavati dalle ricerche analizzate. Tale asimmetria è spiegata dallo stesso normatore come dovuta alle definizioni attribuite ai parametri di ingresso nella matrice, mentre le evidenti discontinuità non vengono giustificate in alcun modo.



Likelihood of harm	Severity of harm		
	Slight harm	Moderate harm	Extreme harm
Very unlikely	Very low risk	Very low risk	High risk
Unlikely	Very low risk	Medium risk	Very high risk
Likely	Low risk	High risk	Very high risk
Very likely	Low risk	Very high risk	Very high risk

NOTE: These categories and the resulting asymmetry of the matrix arise from the examples of harm and likelihood categories [...]. Organizations should adjust the design and use of the matrix to suit their needs.

Tabella 3.3: Matrice di rischio (strumento da BS 18004)

### 3.3.3 Strumento matriciale da ISO/TR 14121-2

**Gravità** La definizione dei criteri di attribuzione del parametro gravità si riferisce anche agli effetti dell'infortunio sul futuro professionale del lavoratore (tabella 3.4). Questa caratteristica consente, rispetto allo strumento campione, di distinguere ad esempio l'effetto di una stessa categoria di lesione a parti anatomiche differenti. Non sono presenti esempi o criteri di attribuzione del livello di gravità per malattie professionali, ma questi possono essere ricavati indirettamente dalle descrizioni degli effetti sulla vita lavorativa. La scala proposta, su quattro livelli, differenzia prevalentemente in base a queste conseguenze i danni "gravi" da quelli "catastrofici" (suddivisione altrimenti poco chiara).

Lieve	Livello di gravità		
	Moderata	Grave	Catastrofica
Nessuna lesione o lesione lieve che richiede solo misure di pronto soccorso (poca o nessuna perdita di lavoro)	Lesione o malattia rilevante, che richiede cure maggiori delle misure di pronto soccorso (possibilità di riprendere lo stesso lavoro)	Lesione o malattia grave e debilitante (possibilità di riprendere il lavoro in qualche momento della vita)	Morte o disabilità o malattia permanente (impossibilità di riprendere il lavoro)

Tabella 3.4: Definizioni dei livelli di gravità del danno (strumento matriciale da ISO/TR 14121-2)

**Probabilità** La definizione dei criteri di attribuzione del parametro probabilità, inteso come *probabilità che si verifichi un danno*, non è stabilita in base ad orizzonti temporali (tabella 3.5). Si riferisce perciò a una determinazione soggettiva sia del significato attribuito a ciascun livello di probabilità (come attribuire un valore di probabilità è al termine "improbabile?") che del valore percepito che riflette tale probabilità (determinato il significato del termine, quale evento può essere giudicato "improbabile?").

Livello di probabilità			
Remota	Improbabile	Probabile	Molto probabile
La probabilità che accada è prossima allo zero	Non è probabile che accada	Può accadere	È quasi certo che accada

Tabella 3.5: Definizioni dei livelli di probabilità (strumento matriciale da ISO/TR 14121-2)

Per ovviare a questo difetto, e considerando lo scopo iniziale per cui questo strumento è stato proposto, viene stabilita una scala di equivalenza tra i livelli di probabilità come definiti per questo strumento e quelli dello strumento campione, considerando come orizzonte temporale corrispondente alla vita lavorativa un periodo di 40 anni, mentre come "vita operativa" di una macchina un periodo della durata di 20 anni. Per quanto riguarda l'attribuzione di un valore numerico ad una probabilità "prossima allo zero", ci si riferisce invece all'assunzione diffusamente accettata di Borel<sup>1</sup>, ovvero che su scala umana una probabilità di  $1,0 \cdot 10^{-6}$  eventi/anno dovrebbe risultare trascurabile.

Si ottiene dunque per il limite inferiore delle due scale un valore di frequenza pari a  $\frac{1}{40} \cdot \frac{1}{100} = 2,5 \cdot 10^{-4}$  eventi/anno per lo strumento campione e di  $1,0 \cdot 10^{-6}$  eventi/anno per lo strumento in esame, con una differenza di due ordini di grandezza. Per il limite superiore, intendendo la "quasi certezza" dell'accadimento con almeno un avvenimento durante la vita utile della macchina, si ottiene per lo strumento campione una frequenza di  $2,0 \cdot 10^0$  contro una frequenza di  $5,0 \cdot 10^{-2} \approx 1,0 \cdot 10^{-1}$ .

Data la corrispondenza tra le denominazioni dei livelli di probabilità, si è deciso di conservare in prima approssimazione le differenze tra gli ordini di grandezza dei valori intermedi, ottenendo la tabella 3.6 delle equivalenze.

<b>BS 18004</b>	Molto Improbabile	Improbabile	Probabile	Molto probabile
	$10^{-4}$	$10^{-2}$	$10^{-1}$	$10^0$
<b>ISO/TR 14121-2</b>	Remota	Improbabile	Probabile	Molto probabile
	$10^{-6}$	$10^{-4}$	$10^{-3}$	$10^{-1}$

Tabella 3.6: Equivalenze tra le probabilità

**Matrice di rischio** Rispetto allo strumento campione la matrice, pur presentando due righe identiche che riducono l'utilità del livello aggiuntivo di gravità del danno introdotto (tabella 3.7), risulta più simmetrica e non presenta discontinuità. I livelli di rischio apprezzati sono ridotti a quattro, da "trascurabile" ad "alto".

<sup>1</sup>Émile Borel *Probabilities and Life* (1962)

Probabilità che si verifichi un danno	Gravità del danno			
	Catastrofica	Grave	Moderata	Lieve
Molto probabile	Alta	Alta	Alta	Media
Probabile	Alta	Alta	Media	Bassa
Improbabile	Media	Media	Bassa	Trascurabile
Remota	Bassa	Bassa	Trascurabile	Trascurabile

Tabella 3.7: Matrice di rischio (strumento matriciale da ISO/TR 14121-2)

### 3.3.4 Strumento ibrido secondo ISO TR 14121-2

Nella sua forma originale, questo strumento considera le probabilità scomposte nelle loro componenti: frequenza (e durata) delle esposizioni al pericolo, probabilità che si verifichi un evento pericoloso ed evitabilità del danno da parte dell'operatore. Tali parametri vengono poi ricomposti tramite somma nel parametro "classe".

Nel fare questo si suppone implicitamente che ogni parametro abbia peso uguale nella determinazione della classe. Come si può notare dalla matrice di rischio (tabella 3.12) e dalle definizioni dei parametri (tabelle 3.9, 3.10, 3.11), questo ha un effetto notevole sui livelli di rischio ottenuti.

**Gravità del danno – Se** La gravità del danno, parametro abbreviato in Se dall'inglese *severity*, è suddivisa in quattro livelli come indicato in tabella 3.8.

---

1	Graffi, lividi che possono essere curati con misure di pronto soccorso, o simili
2	Graffi, lividi e tagli più gravi, che richiedono attenzione medica da parte di professionisti
3	Lesioni generalmente irreversibili, con lieve difficoltà a proseguire l'attività lavorativa dopo la ripresa
4	Lesioni irreversibili che rendono molto difficile, o impossibile, la prosecuzione dell'attività lavorativa dopo la ripresa

---

Tabella 3.8: Definizione del parametro Se

**Frequenza (e durata) delle esposizioni – Fr** Il parametro Fr delle esposizioni è definito come «[...] l'intervallo medio tra la frequenza di esposizione e la sua durata». Come si può notare dalla tabella 3.9, il valore attribuito a tale parametro dipende quasi completamente dalla frequenza delle esposizioni, mentre la durata risulta quasi influente.

---

2	Intervallo tra le esposizioni maggiore di un anno
3	Intervallo tra le esposizioni maggiore di due settimane ma minore o uguale a un anno
4	Intervallo tra le esposizioni maggiore di un giorno ma minore o uguale a due settimane
5	Intervallo tra le esposizioni maggiore di un'ora ma minore o uguale a un giorno

---

Quando la durata è minore di 10 min, i valori suddetti possono essere ridotti al livello successivo

---

5	Intervallo minore o uguale a un'ora – questo valore non è da ridurre in nessun momento
---	--

---

Tabella 3.9: Definizione del parametro Fr

**Probabilità dell'evento pericoloso – Pr** La probabilità di accadimento è da determinare considerando «[...] il comportamento umano, l'affidabilità dei componenti, la casistica degli infortuni e la natura del componente o del sistema» secondo la tabella 3.10.

**Evitabilità del danno – Av** È definita come «[...] la possibilità di evitare o limitare il danno» secondo quanto riportato in tabella 3.11.

**Classe – CI** Determinato ciascuno degli indici corrispondente al caso «peggiore credibile» per ciascun rischio, la classe è determinata dalla somma degli indici, e costituisce parametro di ingresso nella matrice di rischio.

È bene notare già in questa fase che per la maggior parte dei rischi per i quali non sia possibile fare affidamento su dispositivi di sicurezza (elementi di affidabilità certificata) tale somma tende ad assumere valori elevati sulla scala risultante da 4 a 15.

**Matrice di rischio** La distinzione con soli tre livelli di rischio, unita all'asimmetria della matrice (riportata in tabella 3.12) e a quanto appena visto riguardo la classe, porta ad un'attribuzione di livello di rischio mediamente alto.

Data la tendenza di questo strumento a sovrastimare i rischi, già evidenziata dalle ricerche citate e che si può attendere ancora più accentuata nell'uso generale (poiché l'esposizione frequente o continua riguarda la maggior parte dei rischi sul luogo di lavoro), questo strumento non verrà utilizzato nella sua versione originale.

- 
- 1 **Trascurabile:** per esempio, quel tipo di componente non è mai soggetto a un guasto tale da generare un evento pericoloso. Nessuna possibilità di errore umano.
- 2 **Raramente:** per esempio, è improbabile che quel tipo di componente sia soggetto a un guasto tale da generare un evento pericoloso. L'errore umano è improbabile.
- 3 **Possibile:** per esempio, quel tipo di componente può essere soggetto a un guasto tale da generare un evento pericoloso. L'errore umano è possibile.
- 4 **Probabile:** per esempio, è probabile che quel tipo di componente sia soggetto a un guasto tale da generare un evento pericoloso. L'errore umano è probabile.
- 5 **Molto alta:** per esempio, quel tipo di componente non è costruito per quell'applicazione. Esso è così soggetto a un guasto tale da generare un evento pericoloso. Il comportamento umano è tale da rendere molto alta la probabilità di errore.
- 

Tabella 3.10: Definizione del parametro Pr

- 
- 1 **Probabile:** per esempio, è probabile che il contatto con parti in movimento dietro un riparo interbloccato sia evitato nella maggior parte de casi se si verifica un guasto dell'interblocco e il movimento prosegue.
- 3 **Possibile:** per esempio, è possibile evitare il pericolo di intrappolamento quando la velocità è bassa e c'è uno spazio sufficiente o altrimenti è facile evitare le parti mobili del macchinario.
- 5 **Impossibile:** per esempio, è impossibile evitare l'improvvisa comparsa di un raggio laser potente o nel caso di un'esplosione.
- 

Tabella 3.11: Definizione del parametro Av

Gravità	Classe Cl (Fr + Pr + Av)				
	4	5 - 7	8 - 10	11 - 13	14 - 15
Se					
4					
3					
2					
1					

Area nera = Rischio alto  
 Area grigia = Rischio medio  
 Area bianca = Rischio basso

Tabella 3.12: Matrice di rischio dello strumento ibrido secondo ISO/TR 14121-2.

### 3.3.4.1 Variante proposta al metodo ibrido

Vengono di seguito proposte delle modifiche al metodo come definito nella norma, in modo tale da migliorarne le caratteristiche e renderlo maggiormente adeguato ad un uso più generale.

**Nuova definizione per la gravità (severità)** La definizione di Se non contiene riferimento esplicito a eventuali malattie professionali, carenza cui si è ritenuto opportuno ovviare con le definizioni dei livelli secondo la tabella 3.13.

Descrittore	Conseguenze attività lavorativa	Indice
Lesioni mortali, lesioni in grado di provocare inabilità permanente Malattia permanente	Impossibilità di riprendere il lavoro	4
Lesioni gravi Malattia grave e debilitante	Possibilità di riprendere il lavoro	3
Lesioni che necessitano di attenzione medica Malattia rilevante	Possibilità di riprendere lo stesso lavoro	2
Nessuna lesione o lesioni di lieve entità, curabili con misure di primo soccorso sul posto	Poca o nessuna perdita di tempo di lavoro	1

Tabella 3.13: Nuova definizione del parametro Se

### Separazione delle componenti frequenza – Fe e durata delle esposizioni – Fd

La separazione in queste componenti elementari viene proposta in quanto il parametro aggregato risulterebbe scarsamente riducibile con interventi legati alla durata delle esposizioni al pericolo. Questo va tenuto in considerazione a maggior ragione per quei pericoli per cui l'intervallo tra due esposizioni successive scende al di sotto di un'ora e per i quali l'indice non sarebbe nemmeno modificabile secondo quanto riportato in tabella 3.9.

Le definizioni di ciascun livello sono riportate nelle tabelle 3.14 e 3.15.

**Nuova definizione della classe** Non ritenendo appropriata la discrepanza tra la successione lineare dei valori attribuiti ai parametri e l'ampiezza delle fasce che portano all'attribuzione dei valori stessi, viene proposta una progressione di tipo esponenziale

per i punteggi relativi ai livelli di Fe, Fd e Pr. Vengono inoltre parzialmente modificate le soglie di riferimento per l'attribuzione dei livelli di Pr (tabelle 3.14, 3.15, 3.16).

Descrittore	Indice	Valore
$\geq 1$ esposizione per turno	5	20
$\geq 1$ esposizione a settimana	4	12
$\geq 1$ esposizione al mese	3	6
$\geq 1$ esposizione all'anno	2	3
In caso eccezionale	1	1

Tabella 3.14: Definizione del parametro Fe

Descrittore	Indice	Valore
$\geq 1/2$ turno	5	20
$\geq 2$ ore	4	12
$\geq 1/2$ ora	3	6
$\geq 10$ minuti	2	3
$< 10$ minuti	1	1

Tabella 3.15: Definizione del parametro Fd

Per garantire l'omogeneità dei pesi, è stata impiegata la stessa scala di valori per tutti questi parametri.

Il parametro evitabilità, interpretato come evitabilità *tecnica e umana* del danno (con conseguente modifica delle descrizioni dei livelli), è stato invece considerato come coefficiente moltiplicativo di riduzione, ovvero avente valori compresi tra 0 ed 1 (tabella 3.17). Questo per attribuirvi adeguata importanza, perché per eventi che capitano spesso e con durata e frequenza di esposizione alta, l'utilizzo di sistemi di protezione sufficientemente efficaci deve costituire intervento di peso superiore ad una semplice sottrazione di qualche punto sulla classe computata.

Descrittore	Indice	Valore
Molto probabile (quasi certo che avvenga in un futuro prossimo)	5	20
Probabile (ragionevolmente prevedibile come conseguenza di errore umano in attività critiche o fallimento di dispositivi non di sicurezza che svolgano funzioni di sicurezza)	4	12
Possibile (ragionevolmente prevedibile come conseguenza di errore umano in attività poco critiche o fallimento di dispositivi di sicurezza di ridotta affidabilità)	3	6
Improbabile (prevedibile come conseguenza di errore umano in attività elementari o fallimento di dispositivi di sicurezza di comprovata affidabilità)	2	3
In condizioni eccezionali (non ragionevolmente prevedibile)	1	1

Tabella 3.16: Nuova definizione del parametro Pr

Descrittore	Indice	Valore
Impossibile (evento pericoloso a sviluppo occulto o molto rapido OPPURE soluzioni tecniche di protezione non possibili o scarsamente efficaci)	5	1,00
Possibile a determinate condizioni (evento pericoloso riconoscibile in tempo utile a personale qualificato o generalmente riconoscibile in tempo utile ma di sviluppo rapido OPPURE soluzioni tecniche di protezione efficaci ma con limitazioni)	3	0,85
Possibile (evento pericoloso riconoscibile in tempo utile anche a personale non qualificato o riconoscibile e di sviluppo lento, soluzioni tecniche di protezione efficaci)	1	0,60

Tabella 3.17: Nuova definizione del parametro Av



Il calcolo della classe si ottiene arrotondando all'intero più vicino il risultato dell'operazione:

$$Cl = \frac{Fe + Fd + Pr}{6} \cdot Av \quad (3.1)$$

ottenendo un risultato compreso tra 0 e 10.

**Matrice di rischio proposta** Viene proposta una nuova matrice più continua (tabella 3.18), che attribuisce cinque diversi livelli di rischio, rendendo lo strumento omogeneo al campione ed ai metodi grafici.

		Classe										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Severità	1	Rischio trascurabile	Rischio trascurabile	Rischio trascurabile	Rischio basso	Rischio basso	Rischio basso	Rischio medio	Rischio medio	Rischio medio	Rischio alto	Rischio alto
	2	Rischio trascurabile	Rischio trascurabile	Rischio basso	Rischio basso	Rischio basso	Rischio medio	Rischio medio	Rischio alto	Rischio alto	Rischio molto alto	Rischio molto alto
	3	Rischio trascurabile	Rischio basso	Rischio basso	Rischio basso	Rischio medio	Rischio medio	Rischio alto	Rischio alto	Rischio molto alto	Rischio molto alto	Rischio molto alto
	4	Rischio basso	Rischio medio	Rischio medio	Rischio medio	Rischio alto	Rischio alto	Rischio alto	Rischio molto alto	Rischio molto alto	Rischio molto alto	Rischio molto alto

Tabella 3.18: Matrice di rischio proposta per la variante allo strumento ibrido

### 3.3.5 Strumento grafico secondo ISO 13849

Si propone di utilizzare questo strumento per l'analisi del rischio facendo corrispondere le cinque lettere del grafico riportato in figura 3.1 ad altrettanti livelli di rischio.

Vengono definiti due soli livelli per ogni parametro che contribuisce alla definizione del rischio, da cui deriva la facilità di applicazione. Dall'analisi del grafico si può inoltre notare come il peso di ciascun parametro sul livello di rischio ottenuto vari in base all'ordine con cui vengono considerati nel procedere lungo l'albero.

Nelle tabelle 3.19, 3.20 e 3.21 sono riportate definizioni per ciascuno dei parametri che compaiono nel grafico di figura 3.1.

Severità del danno – S	
S1	<b>Lieve:</b> lesione normalmente reversibile
S2	<b>Grave:</b> lesione normalmente irreversibile o morte

Tabella 3.19: Definizioni della severità per lo strumento grafico

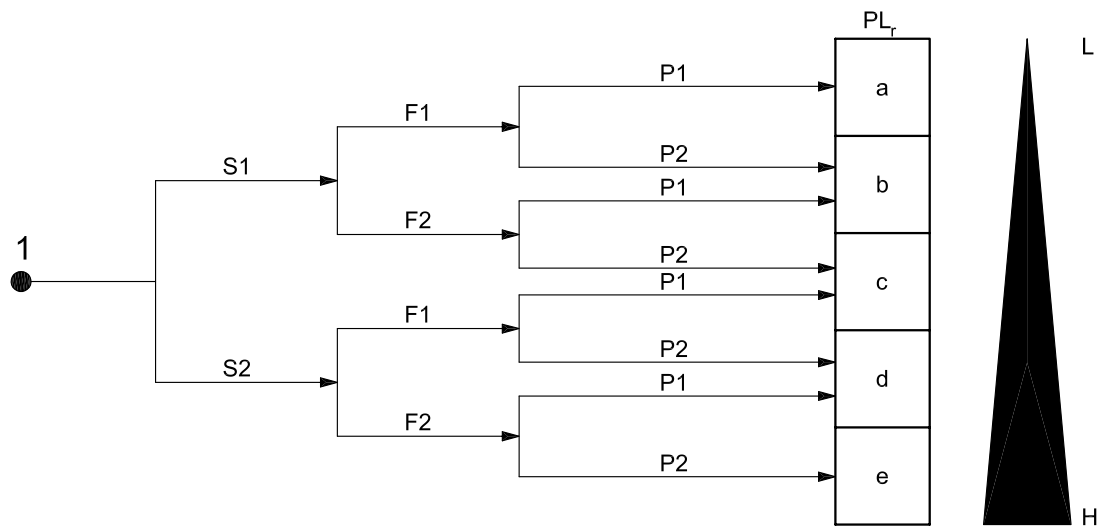


Figura 3.1: Grafico dello strumento tratto dalla norma ISO 13849

Frequenza e/o esposizione al pericolo – F	
F1	<b>Evento frequente o continuo:</b> esposizione prolungata alla fonte di pericolo
F2	<b>Evento scarsamente probabile:</b> esposizione breve alla fonte di pericolo

Tabella 3.20: Definizioni della frequenza per lo strumento grafico

Possibilità di evitare il danno o limitarlo – P	
P1	<b>Scarsamente possibile</b>
P2	<b>Possibile in determinate condizioni</b>

Tabella 3.21: Definizioni della possibilità di evitare il danno per lo strumento grafico

Si osserva che con solo due livelli di severità del danno, di cui S2 limitata ai soli casi più gravi in quanto con conseguenze tipicamente irreversibili, sono possibili scelte eseguite "per contrasto", che porterebbero ad un appiattimento dei risultati verso il basso.

**Matrice ed indice algebrico equivalenti** La matrice equivalente a questo metodo è stata ricavata separando le combinazioni dei parametri riconducibili alla frequenza di accadimento dai possibili valori di severità. Il risultato è riportato in tabella 3.22.

		F	F1		F2	
		P	P1	P2	P1	P2
S	S1	Rischio trascurabile	Rischio basso	Rischio basso	Rischio medio	
	S2	Rischio medio	Rischio alto	Rischio alto	Rischio molto alto	

Tabella 3.22: Matrice di rischio equivalente allo strumento grafico

Trattandosi di una matrice di bassa risoluzione non sorprende la presenza di discontinuità. Tuttavia, la simmetria del grafico si ritrova trasferita in quella della matrice stessa.

Infine l'equivalenza con indice algebrico, frutto della sola analisi del grafico, comporta l'attribuzione di un punteggio a ciascun livello dei parametri, per poi sommarli tra loro. Tale somma assume il valore dell'indice di rischio corrispondente al livello nella scala da 1 a 5 assegnando i valori:

- $\frac{1}{3}$  a S1, F1 e P1;
- $\frac{4}{3}$  a F2 e P2;
- $\frac{7}{3}$  a S2.

### 3.3.5.1 Variante proposta al metodo grafico

La proposta di una variante rispetto al metodo originale nasce proprio dall'osservazione che l'analista potrebbe trovarsi a sottostimare la gravità delle conseguenze di uno scenario, vista la definizione piuttosto limitante di danno grave.

Con tale variante si introdurrà un livello di gravità intermedio, che con analogo ramificazione rispetto all'originale confluisca nella stessa scala di 5 livelli di rischio.

**Severità** L'introduzione di un livello intermedio comporta la necessità di ridefinire i livelli come riportato dalla tabella 3.23.

Severità del danno – S	
S1	<b>Lieve:</b> lesione curabile con misure di primo soccorso
S2	<b>Moderata:</b> lesione normalmente reversibile
S3	<b>Grave:</b> lesione normalmente irreversibile o morte

Tabella 3.23: Definizioni della severità per la variante proposta

**Grafico, matrice ed indice algebrico equivalenti** Il grafico che riflette la modifica introdotta è riportato in figura 3.2. La sua struttura rimane simmetrica, tuttavia si osserva un numero maggiore di percorsi che portano ad ottenere livelli di rischio intermedi rispetto alle estremità della scala.

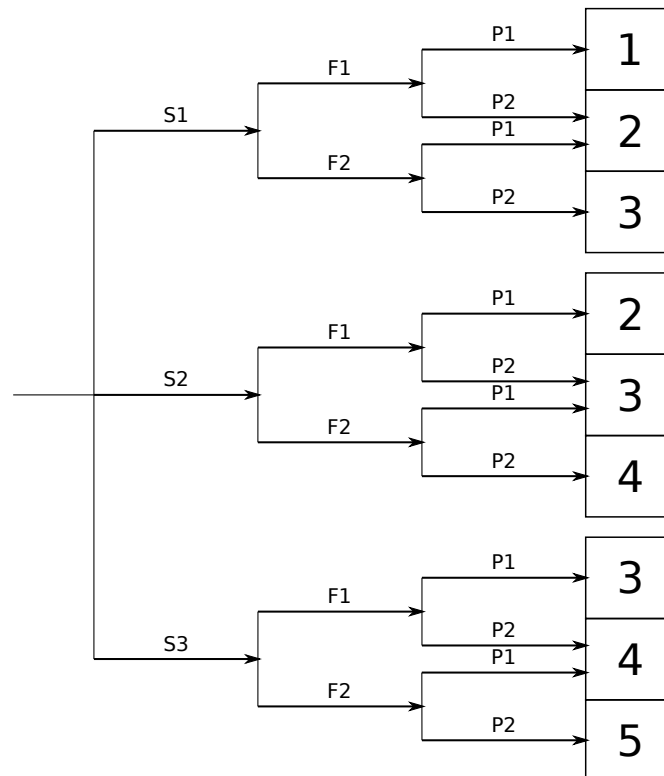


Figura 3.2: Grafico della variante proposta

Così come nel metodo originale, attribuendo opportuni valori numerici a ciascun livello dei parametri si ottiene la possibilità di ricavare il livello di rischio come loro somma.

L'unica variazione consiste nell'attribuzione dei valori come segue:

- $1/3$  a S1;
- $4/3$  a S2;
- $7/3$  a S3.

Queste modifiche si riflettono anche sulla matrice di rischio, riportata in tabella 3.24. Sebbene non rispecchi i requisiti di composizione omogenea, si presenta priva delle discontinuità che caratterizzano la tabella 3.22, equivalente al metodo grafico originale.

		F	F1		F2	
		P	P1	P2	P1	P2
S	S1	Rischio trascurabile	Rischio basso	Rischio basso	Rischio medio	
	S2	Rischio basso	Rischio medio	Rischio medio	Rischio alto	
	S3	Rischio medio	Rischio alto	Rischio alto	Rischio molto alto	

Tabella 3.24: Matrice di rischio equivalente allo strumento grafico variante

### 3.4 Valutazione dei criteri di rischio e individuazione dello strumento di ponderazione

Come già visto in sezione 3.1, i criteri di rischio devono essere definiti in modo adeguato per poter ottenere risultati logicamente e legalmente validi al termine del processo di valutazione del rischio. Si può osservare una notevole differenza tra come sono indicati i criteri di rischio nel metodo illustrato dalla norma BS 18004 ed i criteri della norma ISO 12100 (cui si riferiscono gli altri strumenti e metodi citati).

La prima fornisce una vera e propria scala di accettabilità, riportata in tabella 3.25, in base alla quale la soglia massima di accettabilità e la soglia minima di inammissibilità sono stabilite in modo rigido in corrispondenza di determinati livelli di rischio.

Questo tipo di approccio alla ponderazione del rischio, assunta la validità dello strumento di analisi, comporta la necessità di provvedere ad una interpretazione dei risultati solo nel caso in cui il livello di rischio raggiunto si trovi nella fascia intermedia. Tale interpretazione consiste nella verifica dell'efficacia dei dispositivi e delle procedure di sicurezza secondo il criterio ALARP (acronimo di As Low As Reasonably Practicable).

La non accettabilità del livello di rischio massimo comporta, sia per quanto suggerito dalla norma che secondo una interpretazione alla luce della legislazione vigente, l'impossibilità di consentire l'inizio o la prosecuzione delle attività interessate fino al raggiungimento di un livello di rischio inferiore.

Category of risk	Evaluation of acceptability
Very low	Acceptable
Low <sup>A)</sup>	
Medium	Risks that should be reduced as far as it is cost-effective to do so to (i.e. to as low as reasonably practicable)
High <sup>A)</sup>	
Very high	Unacceptable

<sup>A)</sup> In this example these categories are used to allow for different types actions or different timescales for action that might need to be applied according to the level of risk.

Tabella 3.25: Accettabilità dei livelli di rischio (BS 18004)

La rigidità con cui viene definito questo criterio può risultare problematica qualora ci si trovasse di fronte a lavorazioni intrinsecamente rischiose e per le quali non sia ragionevolmente praticabile né la riduzione del rischio né una sostituzione parziale o totale dell'attività, del processo o del componente interessato.

Secondo la norma ISO 12100, invece, l'accettabilità del rischio è legata alla verifica del soddisfacimento dei requisiti contenuti in un elenco in 7 punti<sup>2</sup>. Da tali punti è possibile ricavare direttamente una check-list che dovrà essere interamente soddisfatta per ciascun rischio individuato al fine di poter considerare adeguatamente sicura la macchina oggetto di analisi. In questo modo la scala di livelli di rischio si riduce ad uno strumento utile al solo fine di assegnare adeguata priorità agli interventi di miglioramento della sicurezza o di definire l'entità del fabbisogno formativo, informativo e di addestramento per i lavoratori interessati.

In questo modo non si ottengono più risultati assoluti dalla fase di ponderazione, per il cui miglioramento non si ricavano informazioni chiare, ma indicazioni sugli specifici requisiti non soddisfatti da cui è possibile desumere un piano di miglioramento efficace.

Appare opportuno, nella definizione di uno strumento di ponderazione idoneo ad una applicazione generale, scegliere di integrare i principi stabiliti dalla legislazione europea e nazionale in vigore con l'elenco dei criteri stabiliti dalla norma ISO 12100.

La proposta risultante è contenuta nell'elenco che segue:

- il rischio è stato valutato in tutte le condizioni lavorative e per ogni attività che porti il lavoratore a risulturne esposto;
- tutti i pericoli da cui si origina il rischio sono stati eliminati o il rischio residuo è stato ridotto al minimo praticabile;
- le misure di prevenzione e protezione impiegate o introdotte sono le migliori applicabili, compatibili tra loro e non originano ulteriori pericoli (alternativamente, i rischi così introdotti sono già stati considerati e valutati a loro volta accettabili);
- sono state considerate tutte le categorie di persone potenzialmente esposte al rischio<sup>3</sup>.

<sup>2</sup>ISO 12100:2010, punto 5.6.2

<sup>3</sup>in accordo con quanto stabilito dall'art. 28 c. 1 del Testo Unico[1]

L'apparente contraddizione che potrebbe manifestarsi qualora rischi "alti" o "molto alti" fossero valutati come accettabili (in quanto *dimostrabilmente* soddisfacenti i requisiti di questo elenco) non è da intendersi come tale, bensì come strumento informativo per tutte le figure coinvolte nell'analisi e nella gestione del rischio.

Da questo punto di vista, la scelta di un criterio "prestazionale" consente infatti di separare la rischiosità dello scenario o dell'attività valutata dal livello di sicurezza effettivamente raggiunto, evidenziando in questo modo l'eventuale dipendenza della valutazione finale da interventi di riduzione di carattere non puramente tecnico/tecnologico.

Ciò è legato alla stretta dipendenza che sussiste tra l'efficacia di molte misure di sicurezza (in particolare quelle definibili come "organizzative") e la loro corretta applicazione da parte degli stessi lavoratori che ne sono tutelati. Conservare come livello di rischio quello attribuito senza il contributo di questa categoria di misure consente di attirare l'attenzione di coloro che devono metterle in pratica, informandoli riguardo l'entità del reale rischio cui sono esposti ed offrendo loro l'opportunità di contribuire in modo cosciente e responsabile alla sicurezza sul luogo di lavoro.

Viceversa, si potrebbe essere tentati ad includere anche i contributi delle misure organizzative, portando il livello di rischio ad un livello definito come accettabile "a priori" che non rifletterà più la realtà lavorativa, e inducendo potenzialmente il lavoratore a sottovalutare il rischio cui è realmente esposto.

Per queste ragioni, in merito a quanto visto in sezione 1.2.3 riguardo la metodologia da norma ISO 12100 (ovvero doppia valutazione del rischio al lordo ed al netto degli interventi di moderazione) si può affermare che questa risulti applicata dalla metodologia proposta in questo lavoro, seppure limitatamente all'esclusione delle sole misure organizzative.

### **3.5 Analisi preliminare di validità degli strumenti di analisi**

Prima di procedere all'applicazione degli strumenti fin qui descritti è stata condotta un'analisi preliminare su di una raccolta di scenari già analizzati con il metodo scelto come campione, ovvero quello proposto dalla norma BS 18004:2008. Questa raccolta comprende scenari di rischio di varia natura, identificati in imprese differenti e a cui sono esposti lavoratori adibiti allo svolgimento di 15 diverse mansioni. Il numero totale di scenari originariamente raccolti è stato ridotto, accorpendo tutti gli scenari che per tipologia di rischio, elemento pericoloso coinvolto e caratteristiche dell'esposizione del lavoratore siano stati valutati sufficientemente simili da poter essere considerati duplicati. Sono dunque stati ritenuti casi distinti rischi corrispondenti agli stessi pericoli qualora i lavoratori esposti avessero professionalità differenti o durate di esposizione sensibilmente differenti.

Al termine di tale operazione, il campione su cui è stata condotta l'analisi preliminare è risultato essere composto da 198 profili di rischio, alcuni dei quali corrispondenti a più di una mansione, raccolti secondo categorie come di seguito:

- 20 profili legati a pericoli di natura elettrica;
- 95 profili legati a mansioni di immagazzinaggio e trasporto entro l'azienda;
- 37 profili di rischio legati ad attività di produzione;
- 31 profili per attività di personale viaggiante (autotrasporto, rappresentanza);
- 28 profili per attività svolte da impiegati.

Si noti che la somma complessiva supera il numero totale di casi, perché alcuni scenari ricadono in più di una categoria.

I dati per ciascuno di questi scenari sono stati ricavati dalle schede di analisi tratte da documenti di valutazione del rischio già effettuate e messe a disposizione da parte di professionisti di Vega Engineering Srl. Queste schede, compilate per ogni mansione, contengono informazioni riguardanti:

- oggetto o situazione pericolosa;
- descrizione e gravità del massimo danno credibile;
- elenco ed eventuale descrizione delle misure di prevenzione e protezione tecniche ed organizzative già in effetto al momento dell'analisi;
- livelli attribuiti ai parametri gravità e probabilità;
- giudizio di accettabilità espresso al termine della ponderazione del rischio.

Queste schede sono corredate da una descrizione generale delle operazioni svolte dagli addetti alla mansione, da un elenco delle attrezzature, macchine e sostanze con cui possono entrare in contatto ed un elenco dei luoghi cui ha accesso il lavoratore durante l'attività lavorativa (inclusi i luoghi di transito).

Trattandosi di scenari già analizzati secondo il metodo campione, i risultati di tale analisi sono stati impiegati come controllo per valutare se, conservando le ipotesi effettuate alla luce della loro esperienza dagli analisti, i metodi proposti potessero fornire stime dei livelli di rischio attendibili. Si ritiene opportuno ricordare che l'analisi, in questa fase, è stata condotta considerando le misure di sicurezza disponibili e riportate nelle schede di analisi.

Per valutare la compatibilità tra i livelli di rischio ricavati, avendo scelto di considerare strumenti caratterizzati da un numero differente di livelli di rischio attribuiti, i risultati sono stati posti su di una scala equivalente per cui il livello massimo di rischio attribuibile corrisponde ad un valore di 100, mentre per ogni strumento il livello minimo di rischio e l'incremento tra livelli successivi sono rappresentati da un valore pari a  $100/N$  con  $N$ =numero dei livelli di rischio previsti.

Dato che questa analisi è stata condotta sulla base di dati incompleti (in mancanza di rilievi diretti sulla base dei quali attribuire un valore ai parametri definiti su scala quantitativa) e da analisti differenti, pur partendo dalle stesse ipotesi comuni, è stato



ritenuto significativo un confronto basato sul valore medio dei livelli di rischio ottenuti per gruppi di scenari sulla scala normalizzata 0-100 invece che sui singoli casi. Ci si baserà sull'intero set di 198 casi individuati e su ciascuna categoria, per determinare in questo modo la compatibilità tra gli strumenti e la loro attendibilità anche in base alle categorie di rischio.

È fondamentale evidenziare che, in questa fase, non è applicabile un approccio al lordo e al netto del contributo dei sistemi di sicurezza che si appoggiano in qualche misura su affidabilità e competenza dell'elemento umano, sia come attore che come supervisore. Questo avviene per l'incompatibilità di questo metodo con quello per cui sono stati raccolti i dati su cui ci si baserà, limitati al solo stato in cui tutte le misure di prevenzione e protezione sono ritenute efficaci.

Per limitare al minimo l'influenza data dai livelli di rischio raggiunti dall'analisi già svolta e dunque procedere in modo quanto più oggettivo possibile ai confronti, è stata realizzata una tabella per ogni metodo alternativo al campione, compilabile interamente senza accesso agli strumenti di analisi. Queste sono contenute in files ".csv" compilati come da esempio di figura 3.3. Ciascuna di queste tabelle è stata poi elaborata tramite *script* che, attribuiti i livelli di rischio per ogni singolo scenario, restituiscono files che consentono il confronto e la validità dei risultati ed anche dati aggregati, impiegati per le analisi che seguono.

ID scenario	Probabilità	Magnitudo	S	F	P	Mansione	Rischio
FP_02_08	MI	DG	3	2	1	Retrattilista	Urto, scivolamento o investimento in spazio di transito
FP_02_09A	MI	DG	3	2	1	Retrattilista	Urto, scivolamento o investimento in spazio di lavoro
FP_02_09B	MI	DM	2	1	1	Retrattilista	Caduta da scala fissa
FP_02_10	MI	DG	3	2	1	Retrattilista	Lesioni e traumi da schiacciamento per caduta materiali
FP_02_11	MI	DG	3	2	1	Retrattilista	Trauma da investimento causato da carrello elevatore
FP_02_12A	MI	DG	3	1	1	Retrattilista	Rischio elettrico - Contatto diretto o indiretto (apparecchi)
FP_02_13A	MI	DG	3	1	2	Retrattilista	Atmosfere esplosive (locale ricarica carrelli)
FP_02_14B	MP	DL	1	2	1	Retrattilista	Disturbi dovuti al microclima in ambiente termicamente
FP_02_15	MP	DL	1	2	1	Retrattilista	Conseguenze di esposizione ad ambiente freddo (maglieria)
FP_02_16	MI	DM	2	2	1	Retrattilista	Affaticamento visivo o lesioni e traumi legati ad insufficienza

Figura 3.3: Estratto di un file di input per gli *script* di calcolo, versione per la variante allo strumento grafico

### 3.5.1 Risultati globali

Osservando i risultati (tabella 3.26) e, conseguentemente, la media pesata dei livelli ottenuti per ciascuno dei cinque strumenti (di seguito richiamati per brevità secondo il seguente elenco):

- A: matriciale da BS 18004;
- B: matriciale da ISO/TR 14121-2;
- C: ibrido variante;
- D: grafico da ISO 13849;
- E: grafico variante.

si possono già formulare alcune osservazioni.

Per prima cosa, si osserva che gli strumenti A e D forniscono una media compatibile tra loro e pari rispettivamente a 46,16 e 49,29 (figura 3.4).

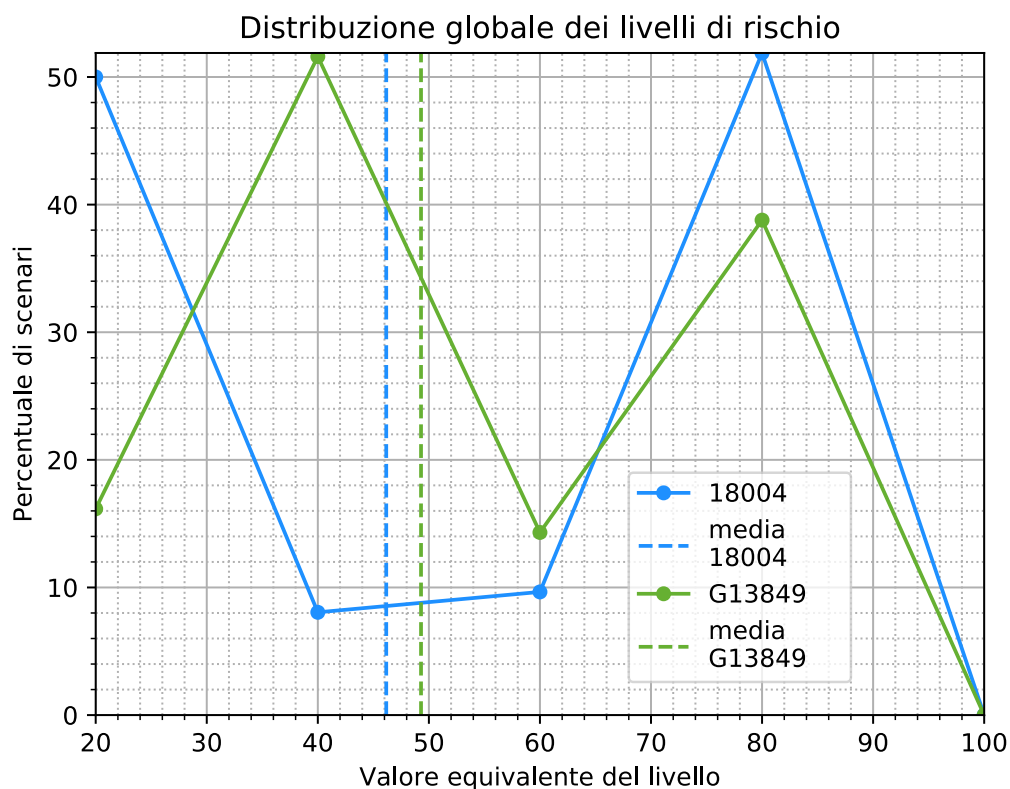


Figura 3.4: Distribuzione dei risultati ottenuti dall'indagine preliminare – strumenti da BS 18004 e ISO 13849

Matriciale BS 18004			Matriciale ISO/TR 14121			Ibrido variante		
Livello attribuito	Valore (0÷100)	N. casi	Livello attribuito	Valore (0÷100)	N. casi	Livello attribuito	Valore (0÷100)	N. casi
Molto basso	20	99	Trascurabile	25	44	Trascurabile	20	2
Basso	40	12	Basso	50	88	Basso	40	67
Medio	60	14	Medio	75	64	Medio	60	73
Alto	80	73	Alto	100	2	Alto	80	54
Molto alto	100	0				Molto alto	100	2

Grafico ISO 13849			Grafico variante		
Livello attribuito	Valore (0÷100)	N. casi	Livello attribuito	Valore (0÷100)	N. casi
Trascurabile	20	32	Trascurabile	20	5
Basso	40	94	Basso	40	73
Medio	60	20	Medio	60	67
Alto	80	52	Alto	80	53
Molto alto	100	0	Molto alto	100	0

Tabella 3.26: Tabelle riassuntive dei risultati ottenuti

Per il primo, si osserva che l'orizzonte temporale piuttosto breve per i livelli di probabilità più elevati (corrispondente quindi a frequenze di accadimento relativamente elevate) porta ad un'attribuzione di una probabilità di accadimento molto bassa nell'81,8% dei casi. Questo fattore, unitamente alla forma della matrice di rischio, porta ad una polarizzazione dei livelli di rischio attribuiti verso i valori "molto basso" e (solo per danni potenziali gravi) "alto", in quanto unici disponibili nella riga corrispondente della matrice (tabella 3.3).

Per il secondo, lo spostamento della media verso valori di rischio bassi è dovuta alla preponderanza di eventi con danno probabile S1 (64,6%), frequenza/esposizione F2 (68,2%) e probabilità di evitare o limitare il danno P1 (92,4%).

Gli altri strumenti forniscono stime medie più elevate, ma anche queste molto ravvicinate tra loro (figura 3.5).

Per quanto riguarda il metodo B, la prevalenza di valori di probabilità "improbabile" (69,7%) è legata alla soglia troppo bassa per far scendere al livello inferiore la maggior parte dei rischi ordinari, mentre i livelli superiori indicano probabilità irragionevoli a fronte delle misure di prevenzione adottate. Questo porta ad operare prevalentemente in una colonna cui fanno riferimento i 3 livelli di rischio inferiori, da cui deriva la distribuzione quasi uniforme dei risultati tra questi.

Il metodo C risulta più complesso da analizzare a causa dell'introduzione del procedimento più articolato per il computo della classe. Tuttavia si può notare come la distribuzione omogenea tra i tre livelli intermedi di rischio concordi con l'osservazione che più del 90% dei rischi considerati si colloca in una classe compresa tra 3 e 6. Tale fascia di matrice è infatti occupata in modo omogeneo da celle corrispondenti a questi stessi livelli.

Una distribuzione molto simile a quella del metodo precedente è identificabile per lo strumento grafico variante. Ciò è legato all'omogenea distribuzione delle severità tra i tre livelli, che unita alla stessa distribuzione del grafico originale per i parametri F e P, porta alle combinazioni più frequenti:

S1	→	F2	→	P1	⇒	Rischio basso
S2	→	F2	→	P1	⇒	Rischio medio
S3	→	F2	→	P1	⇒	Rischio alto

Tutte le medie si trovano entro un intervallo di ampiezza pari a 13, ovvero tra la metà e i due terzi di un livello, a seconda della scala utilizzata. Inoltre, se ci si limita a considerare i soli strumenti a cinque livelli, tutte le medie si trovano all'interno della fascia che compete a quello intermedio.

Gli strumenti possono pertanto essere considerati in via preliminare compatibili tra loro, anche se ulteriori analisi riportate di seguito evidenziano diversità nel loro comportamento di fronte a categorie occupazionali o di rischio differenti.

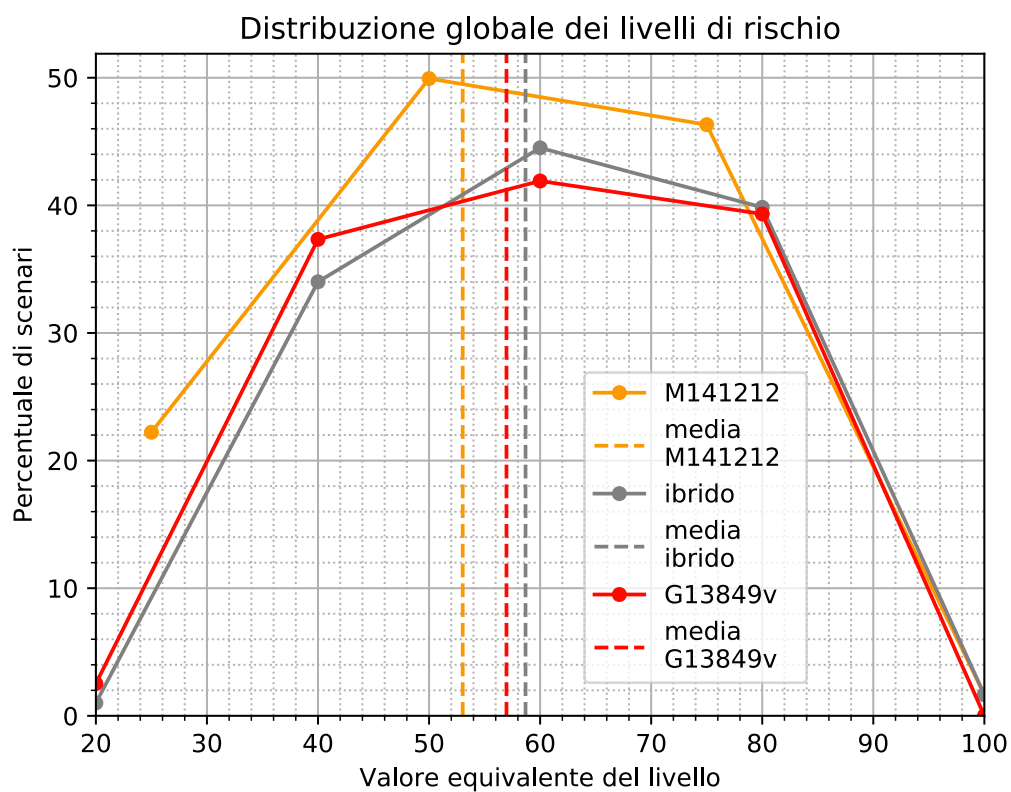


Figura 3.5: Distribuzione dei risultati ottenuti dall'indagine preliminare – strumenti da ISO TR 14121-2, ibrido variante, grafico variante

### 3.5.2 Confronto tra i risultati per categoria

Nelle tabelle che seguono (da 3.27 a 3.31), le denominazioni dei livelli di rischio sono state sostituite da un indice numerico crescente. Il livello massimo del metodo matriciale secondo la norma ISO TR 14121-2 è stato equiparato al livello "rischio alto" degli altri metodi, pur rimanendo il suo peso nel calcolo del valore medio differente. Ciò ha reso possibile una rappresentazione più agevole dei risultati.

Inoltre, così facendo, si estende verso l'alto la definizione di quel livello di rischio, senza compromettere la validità dell'analisi.

#### Rischi di natura elettrica (tabella 3.27)

Livello	BS 18004	Matriciale ISO TR 14121-2	Ibrido variante	Grafico ISO 13849	Grafico variante
1	1	1	0	0	0
2	0	19	0	1	0
3	0	0	6	5	6
4	19	0	14	14	14
5	0		0	0	0
Media	77	48,75	74	73	74

Tabella 3.27: Sintesi dei risultati per i rischi di natura elettrica

Lo strumento matriciale secondo ISO TR 14121-2 risulta sottostimante rispetto agli altri. Quasi tutti questi rischi sono stati valutati con parametri di ingresso probabilità remota e gravità del danno catastrofica, coerentemente con quanto atteso data l'assenza di scenari direttamente legati a lavori elettrici veri e propri (perché volontariamente esclusi dall'analisi). Da questo emerge la potenziale necessità di modificare la matrice di rischio per compensare la sottostima di scenari caratterizzati da questa stessa combinazione di parametri.

**Rischi legati ad attività di magazzino** (tabella 3.28)

Livello	BS 18004	Matriciale ISO TR 14121-2	Ibrido variante	Grafico ISO 13849	Grafico variante
1	40	13	0	9	1
2	12	36	29	49	31
3	7	45	37	9	34
4	36	1	27	28	29
5	0		2	0	0
Media	48,21	58,95	60,42	51,79	59,16

Tabella 3.28: Sintesi dei risultati per i rischi da attività di magazzino

Nonostante tutti gli strumenti si attestino su un valore medio compreso tra 50 e 60, si può notare che il metodo 18004 sia lievemente sottostimante rispetto alle alternative proposte.

**Rischi da attività di produzione** (tabella 3.29)

Livello	BS 18004	Matriciale ISO TR 14121-2	Ibrido variante	Grafico ISO 13849	Grafico variante
1	28	16	0	8	1
2	0	14	11	24	19
3	3	6	18	2	14
4	6	1	8	3	3
5	0		0	0	0
Media	33	44,59	58,38	40	50,27

Tabella 3.29: Sintesi dei risultati per i rischi da attività di produzione

Questa categoria di rischi presenta la configurazione più curiosa: lo strumento campione si mostra essere piuttosto sottostimante rispetto alla media, mentre il metodo ibrido modificato si mostra sovrastimante, con scarto dalla media di pari ampiezza rispetto al precedente.

**Rischi del personale viaggiante** (tabella 3.30)

Livello	BS 18004	Matriciale ISO TR 14121-2	Ibrido variante	Grafico ISO 13849	Grafico variante
1	20	10	0	8	2
2	0	12	18	15	13
3	3	9	9	4	12
4	8	0	4	4	4
5	0		0	0	0
Media	39,35	49,19	50,97	42,58	51,61

Tabella 3.30: Sintesi dei risultati per i rischi del personale viaggiante

I risultati ottenuti sono compatibili per tutti gli strumenti impiegati, ad eccezione dello strumento da BS 18004, che fornisce ancora una volta una stima sensibilmente inferiore. Tale effetto è da ritenersi legato prevalentemente ai rischi cui questa categoria di lavoratori è esposta "a terra", perché di entità minore e probabilità di accadimento di livello basso secondo le definizioni offerte dalla norma.

**Rischi per attività svolte da impiegati** (tabella 3.31)

Livello	BS 18004	Matriciale ISO TR 14121-2	Ibrido variante	Grafico ISO 13849	Grafico variante
1	23	11	2	10	1
2	0	13	16	14	19
3	1	4	9	1	5
4	4	0	1	3	3
5	0		0	0	0
Media	30	43,75	46,43	37,86	47,14

Tabella 3.31: Sintesi dei risultati per i rischi del personale impiegato

Lo strumento campione risulta ancora una volta sottostimante rispetto agli altri strumenti considerati, fattore che si ritiene dovuto alle stesse caratteristiche già analizzate per i gruppi precedenti.

Dalle tabelle 3.27-3.31 si può notare come alcune delle considerazioni relative al comportamento generale degli strumenti come media dei livelli attribuiti e, in parte, distribuzione dei livelli, rimangono sostanzialmente valide anche per le singole categorie analizzate (con l'eccezione notevole dei rischi di natura elettrica).



Vista la somiglianza dei risultati offerti dagli strumenti valutati, non è possibile come esito di questa sola analisi preliminare individuare quale possa essere il più idoneo per un impiego di carattere generale.

### **3.6 Schede di rilevamento dati proposte**

Sulla base di quanto stabilito per la metodologia di valutazione, ed in base a quanto osservato applicando il procedimento all'analisi degli scenari campione, si ritiene opportuno includere una proposta di schede di rilevamento dati sviluppate per rendere sistematiche le fasi di identificazione ed analisi dei rischi.

Tali schede sono riportate e commentate in Appendice A.



## Capitolo 4

# Analisi dei dati raccolti

Per poter offrire un primo giudizio di validità della metodologia proposta ed individuare tra gli strumenti di analisi valutati quali possano offrire maggiori benefici, si è provveduto ad applicare il processo a parte di due imprese del veneziano che si sono rese disponibili.

Rispetto a quanto visto per l'analisi preliminare è stato infatti possibile percorrere ogni sua fase, dalla rilevazione dei dati sul campo fino alla determinazione del livello di rischio, comprensivo del giudizio di accettabilità. Così facendo è stata garantita l'omogeneità delle considerazioni in base a cui sono stati attribuiti i valori dei parametri per ciascuno strumento, perché tutti applicati dallo stesso analista.

È stato giudicato inoltre necessario verificare se l'applicabilità generale possa risultare convalidata dall'esperienza pratica, soprattutto per quanto riguarda l'effettiva disponibilità e/o possibilità di ottenere i dati necessari allo svolgimento dell'analisi. Questo perché in fase di analisi preliminare si è osservato che per alcuni dati mancanti si rendesse necessario formulare ipotesi in base alle informazioni disponibili riguardanti il processo industriale coinvolto.

### 4.1 Descrizione dei campioni analizzati

In questa sezione verranno descritte le caratteristiche principali di ciascuna azienda che più hanno influenzato l'applicazione della metodologia, evidenziandone punti di forza e punti critici.

#### 4.1.1 Prima azienda

La prima azienda è di grandi dimensioni ( $\geq 250$  dipendenti) ed opera nel settore del commercio e lavorazione di prodotti alimentari freschi e surgelati. I processi che avvengono al suo interno comprendono dunque movimentazione e stoccaggio di merci in ingresso e uscita, oltre alla trasformazione della materia prima in semilavorato e/o prodotto finito pronto al consumo. L'area produttiva si trova al piano terra, comunicante con l'area di carico/scarico ed immagazzinamento temporaneo (denominata "piattafor-

ma") ed alla sua stessa quota. Questo fattore, unito alla particolare organizzazione del ciclo produttivo, rende difficile definire specifiche aree di competenza per ciascuna mansione.

Occupandosi della lavorazione di prodotto alimentare, l'attività subisce l'influenza stagionale sia della merce disponibile che più in generale del volume di domanda. La composizione oraria per attività di ciascuna mansione risulta quindi particolarmente variabile nel tempo, e questa variabilità risulta amplificata dalla rotazione dei "turni tipo" tra gli addetti ad una stessa mansione. I piani rialzato e primo ospitano rispettivamente uffici commerciali ed uffici amministrativi. Inoltre, al primo piano sono presenti un altro piccolo reparto produttivo ed alcuni magazzini di imballaggi.

#### **4.1.1.1 Documentazione e dati già disponibili**

Per ottenere le composizioni indicative dei turni dei lavoratori addetti alle mansioni analizzate sono state considerate quelle già ricavate dalla stessa azienda per ricavare i tempi di esposizione per la valutazione del rischio rumore. Inoltre, per compilare completamente e correttamente la modulistica proposta per la raccolta dati è stata impiegata una planimetria dell'area produttiva comprensiva dell'ingombro di macchine e depositi di merci, in base a cui sono state determinate le aree dove si svolgono le singole attività.

Per molte attività che comportano interazione con macchine ed attrezzature in generale sono già presenti procedure specifiche, che pur fornendo indicazioni chiare in merito alle modalità previste per l'esecuzione di specifiche attività, dipendono da una corretta ed attenta applicazione da parte dei lavoratori. Per quanto già detto in sezione 3.4, il loro contributo alla sicurezza è stato dunque omesso nel determinare i valori attribuiti ai parametri che caratterizzeranno il rischio, tuttavia la loro formulazione specifica ha contribuito a fornire informazioni aggiuntive riguardo la modalità di svolgimento delle operazioni elementari ordinarie.

#### **4.1.2 Seconda azienda**

La seconda azienda è di medie dimensioni (~15 dipendenti), ed opera nel settore della lavorazione (prevalentemente taglio e sagomatura) di materie plastiche di densità medio-bassa. Al suo interno dunque i processi coinvolgono movimentazione e stoccaggio della materia prima in ingresso, la produzione di semilavorato o prodotto finito e la movimentazione del prodotto per lo stoccaggio in attesa di consegna. L'area produttiva ed il magazzino sono situati al pian terreno, e sono comunicanti per mezzo di porte ed ampi portali predisposti per il passaggio di carrelli elevatori. All'interno dell'area di produzione si trova un soppalco adibito a deposito, provvisto di parapetto, parzialmente rimovibile per permettere carico e scarico con carrello elevatore o transpallet elevatore. All'interno dello stesso stabile sono inoltre presenti gli uffici commerciale ed amministrativo situati in parte al piano terra e comunicanti tramite porta interna con l'area di produzione, in parte al piano rialzato cui si accede percorrendo la stessa scala che porta al soppalco dell'area di produzione.

#### 4.1.2.1 Documentazione e dati già disponibili

Per ottenere le composizioni indicative dei turni dei lavoratori addetti alle mansioni analizzate si è fatto riferimento alle indicazioni fornite dallo stesso personale aziendale. Inoltre, per compilare completamente e correttamente la modulistica proposta per la raccolta dati è stata anche in questo caso impiegata una planimetria dell'azienda comprensiva dell'ingombro di macchine e depositi di merci, in base a cui sono state determinate le aree dove si svolgono le singole attività e dove si è esposti a particolari categorie di rischio.

Per lo svolgimento delle attività che comportano interazione con macchine e attrezzature in generale sono già presenti procedure specifiche, la cui efficacia dipende dalla corretta ed attenta applicazione da parte dei lavoratori prevalentemente per quanto riguarda la verifica della funzionalità dei sistemi di sicurezza predisposti.

Diversamente dal caso precedente, dunque, il loro contributo alla sicurezza è relativamente ridotto e non si prevede quindi un notevole impatto della loro omissione sui valori attribuiti ai parametri che caratterizzeranno il rischio. Analogamente, la maggior parte delle attività svolte all'interno dell'azienda sono strettamente dipendenti dalle macchine coinvolte; ne consegue una naturale ed estesa proceduralizzazione delle attività svolte dalle mansioni.

#### 4.1.3 Controllo di completezza ed adeguatezza delle schede di rilevamento

Nel compilare ciascuna scheda durante il sopralluogo, è stato possibile notare come la completezza della check-list sviluppata per individuare i rischi per ciascuna attività (ottenuta come sintesi dei requisiti e delle prescrizioni contenute nel T.U.[1]) risulti di utilizzo complesso secondo l'ordine in cui sono presentati i possibili scenari di rischio. Nonostante questo, alcuni dei rischi identificati sono risultati di difficile categorizzazione in quanto corrispondenti solo parzialmente o indirettamente alla tipologia descritta da una o più voci in elenco.

Da questo consegue l'osservazione che tale check-list debba essere rivista nella sua organizzazione tenendo in considerazione la necessità di applicazione immediata in fase di indagine e predisponendola per eventuali integrazioni da incorporare in occasione di ulteriori successive revisioni. A questo scopo, si ritiene utile proporre una sua separazione in elenco di check-list di cui una prima lista generale ed una serie di elenchi più specifici per ogni "macrocategoria" di appartenenza dell'attività elementare.

Per quanto riguarda le schede di analisi per attività, si è notato che parte della loro compilazione può avvenire senza particolari difficoltà in un secondo momento, sulla base dei dati raccolti in loco tramite check-list ed appunti/riassunti annotati sulle schede di raccolta dati per mansione. Appare dunque penalizzante per il processo predisporre la compilazione completa contestuale al sopralluogo, essendo necessaria limitatamente ai soli dati relativi ad agente causa dell'infortunio (o malattia) e scenario ipotizzato in quanto fondamentali per la determinazione dei valori assegnati ai parametri.

L'inserimento della totalità dei dati richiesti da questo modulo potrebbe essere notevolmente agevolato realizzando, ad esempio, un semplice applicativo e/o compilando una tabella all'interno di un foglio di calcolo. Entrambe le soluzioni porterebbero ad una semplificazione nell'integrazione con un sistema di analisi automatico, come ad esempio il codice sviluppato ai fini del presente lavoro.

Le schede di rilevamento dati per singola mansione si sono invece rivelate più che adeguate, sia come guida per l'identificazione delle attività che per la loro successiva caratterizzazione ai fini di determinarne durata e frequenza di esecuzione, componenti fondamentali per l'analisi con alcuni degli strumenti oggetto di valutazione.

## 4.2 Analisi preliminare dei dati rilevati

Prima di procedere all'applicazione degli strumenti di analisi del rischio proposti ai dati ottenuti, si ritiene necessario caratterizzare il campione degli "scenari di rischio" in modo tale da poterne considerare eventuali caratteristiche notevoli nel momento in cui si discuteranno i risultati forniti dai singoli strumenti.

Per prima cosa è bene notare che per questa analisi, in quanto finalizzata prevalentemente alla definizione dei livelli di rischio per ciascuno scenario e non solo alla determinazione della compatibilità tra gli strumenti in un vasto campo di applicazione, non sono stati eliminati gli scenari "duplicati". Tale scelta trova motivazione anche nella maggior completezza dei dati disponibili, in base a cui risulta plausibile che per lavoratori addetti a mansioni differenti o con luogo principale di lavoro differente si possano raggiungere uguali parametrizzazioni per rischi analoghi anche se per diverse ragioni. L'eliminazione degli scenari "duplicati" potrebbe dunque portare ad una omogeneizzazione impropria dell'analisi, con conseguente perdita di informazioni altrimenti utili per la definizione di misure di mitigazione efficaci per ciascuna mansione.

### 4.2.1 Prima azienda

La flessibilità del processo produttivo, già citata introducendo l'azienda, non consente di definire mansioni specifiche nel senso tradizionale del termine. È dunque necessario identificare delle "macro-mansioni", ciascuna composta dalle attività che possono andare a comporre il turno lavorativo degli addetti.

Nonostante siano state analizzate due sole macro-mansioni, ovvero quella denominata "addetto lavorazione e movimentazione" e quella "addetto piattaforma", in seguito indicate con le sigle ALM ed APT, si sono ottenuti ben 86 scenari di rischio differenti per i quali non sia disponibile (o immediatamente applicabile) un metodo di valutazione standardizzato.

Tra questi, la maggior parte dei rischi specifici identificati riguarda l'impiego e la presenza di macchine, attrezzature ed impianti. Questa composizione non stupisce, soprattutto se si considera l'organizzazione del lavoro impiegata all'interno dell'area produttiva, per cui risulta necessaria la presenza pervasiva di transpallet manuali ed elettrici. Inoltre, i lavoratori che impiegano queste attrezzature condividono non solo i

percorsi di transito ma spesso, occupandosi del trasporto della merce dalle celle frigorifere/magazzini alle aree produttive e viceversa, depositano tale attrezzatura, comprensiva di carico, in corrispondenza delle postazioni di lavoro della produzione.

Riprendendo la categorizzazione già vista per l'analisi preliminare, si possono far ricadere gli scenari di rischio attribuiti alla macro-mansione "Addetto Piattaforma" all'interno della categoria dei rischi derivanti da attività di magazzino (in quanto attività prevalente), mentre gli scenari attribuiti agli "Addetti Lavorazione e Movimentazione" appartengono prevalentemente alla categoria dei rischi legati alle attività di produzione.

Alternativamente, è possibile effettuare la stessa suddivisione in base alle attività svolte, in modo tale da ottenere un miglior livello di dettaglio a fronte di mansioni molto generali. Procedendo in questo modo, si ottiene una classificazione come segue.

- Rischi da attività di magazzino:
  - ALM\_01 - prelievo e deposito merce;
  - APT\_01 - carico e scarico da automezzi;
  - APT\_02 - movimentazione merci;
  - APT\_03 - picking e inventario.
- Rischi da attività di produzione:
  - ALM\_02 - campionamento;
  - ALM\_03 - decongelamento, porzionamento, confezionamento.

È poi stata notata, in fase di raccolta dei dati, l'opportunità di raccogliere in un'unica generica attività tutti i rischi cui il lavoratore è esposto nell'eseguire le azioni e gli spostamenti direttamente o indirettamente correlati alla sua mansione e non già ricompresi nella descrizione delle attività. Questa è stata contrassegnata dalla sigla GG, ed all'interno di questa azienda assume la denominazione "Spostamenti interni all'azienda" per via della sua composizione prevalente.

In analogia con le categorie come precedentemente definite, queste attività "generiche" costituiscono una nuova categoria a sé stante di rischi indiretti, che potrà dunque essere valutata separatamente.

#### 4.2.2 Seconda azienda

Per via del settore di attività, caratterizzato da produzione a lotti, l'operatività tende ad avere intensità molto variabile nel tempo e ad essere potenzialmente circoscritta ad alcune delle macchine presenti in azienda. Anche per questa ragione ciascuna macchina è assegnata ad un solo operatore, con occasionali rotazioni in caso tale riassegnazione si renda necessaria.

Nonostante la presenza di un numero nutrito di varie macchine per taglio libero, fu-stellatrici, sagomatrici ed avvolgitrici, le attività corrispondenti alla mansione "Addetto alle Macchine", indicato con la sigla AM, possono essere distinte semplicemente in attività che comportano interazione con la macchina ed attività "generiche", definite come

nel caso precedente per includere spostamenti interni all'edificio, approvvigionamenti di materia prima, ecc..

La differenza tra i profili di rischio cui sono esposti lavoratori assegnatari di diversi tipi di macchina è stata in seguito valutata considerando il relativo scenario per ciascuna delle categorie di macchine identificate. Queste si riassumono in:

- macchine le cui parti mobili che partecipano alla lavorazione sono rese inaccessibili da barriere materiali;
- macchine le cui parti mobili che partecipano alla lavorazione sono rese inaccessibili da barriere immateriali;
- macchine le cui parti mobili che partecipano alla lavorazione restano accessibili ma sono in lento movimento;
- macchina riconducibile a macchine di cui all'allegato IV della direttiva 2006/42/CE (sega a nastro).

L'altra mansione identificata, ovvero quella del "magazziniere" indicata con la sigla MAG, è stata suddivisa nelle attività elementari di carico e scarico da/su automezzo, trasporto di materiale e merce da e per l'area di produzione, taglio grossolano con macchina sezionatrice verticale di lastre in materia plastica. Anche in questo caso è stata definita l'attività "generica" come nei casi precedenti.

La classificazione in accordo con il criterio impiegato nell'analisi preliminare consentirebbe di classificare in modo chiaro solamente la mansione di "addetto alle macchine" mentre la mansione di "magazziniere", che comprende un'attività di tipo strettamente produttivo, porta alla necessità di procedere alla suddivisione per attività svolte come per l'azienda precedente.

La classificazione che si ottiene è la seguente:

- Rischi da attività di magazzino:
  - MAG\_01 - carico e scarico;
  - MAG\_02 - movimentazione interna di materiali e merci.
- Rischi da attività di produzione:
  - AM\_01 - impiego di macchine;
  - MAG\_03 - impiego di squadratrice verticale.

### 4.2.3 Classificazione preliminare dei rischi su base statistica

Successivamente, per verificare la congruenza tra i risultati ottenuti applicando ciascuno degli strumenti di analisi e la realtà, ci si è orientati ad un confronto con dati statistici su base nazionale. L'indisponibilità di una banca dati sufficientemente completa, che consenta di correlare causa principale di un infortunio o malattia professionale, gravità



delle conseguenze e tipo di attività svolto dall'infortunato al momento dell'incidente (oppure, nel caso di malattia, tipo di attività svolta che ha portato nel tempo all'insorgere della malattia professionale) ha reso però impossibile questo tipo di confronto.

Le tabelle messe a disposizione da Eurostat<sup>1</sup>, infatti, forniscono informazioni solo riguardo la relazione esistente per ciascun settore economico tra il numero di infortuni accertati, la loro gravità ed un unico parametro aggiuntivo (come, ad esempio, attività svolta al momento dell'infortunio oppure agente esterno causa dello stesso) e risultano quindi inadeguate allo scopo di valutare l'effettiva criticità di scenari specifici.

Allo stesso modo, risultano di scarsa utilità per questo tipo di analisi le tabelle compilate su base regionale da INAIL<sup>2</sup> poiché definiscono la circostanza di accadimento degli infortuni in modo piuttosto generico ("con mezzi di trasporto" o "senza mezzi di trasporto" – "in itinere" o "non in itinere") senza fornire altre informazioni utili.

L'impossibilità di procedere ad una classificazione preliminare per attribuire un livello indicativo di criticità deriva dunque dall'impossibilità di desumere informazioni relative a specifiche combinazioni dei parametri caratterizzanti i casi di infortunio dalle banche dati accessibili al momento della stesura di questo lavoro.

La formulazione dei livelli di controllo su base puramente statistica dovrà dunque essere omessa per mancanza dei dati di riferimento necessari.

### 4.3 Applicazione degli strumenti di analisi proposti e confronto tra i risultati ottenuti

Come accennato all'inizio del presente capitolo, per applicare il metodo nella sua interezza gli scenari identificati sono stati analizzati in modo analogo a quelli ricavati per l'analisi preliminare. I valori assegnati ai parametri in ingresso sono stati trasferiti dalle schede di analisi delle attività (compilate per ciascuno degli strumenti valutati) all'interno di file .csv strutturati per far sì che il codice di analisi assegnasse in modo automatico il livello di rischio corrispondente per ciascuno strumento.

L'output generato da questo codice consiste in una pagina navigabile riportante per ciascuno scenario: una sua breve descrizione, i valori dei parametri assegnati ed i livelli di rischio ottenuti per ciascuno degli strumenti impiegati. Inoltre, viene generata una tabella riportata in tabella 4.1, contenente alcuni parametri ricavati dallo stesso codice e che verranno impiegati per svolgere analisi di compatibilità sia globale che scenario per scenario.

Tale tabella contiene per ciascuno scenario, identificato da un suo codice di riferimento, i livelli di rischio ottenuti dall'applicazione degli strumenti di valutazione, ognuno dei quali ricondotto alla scala centesimale già impiegata per l'analisi preliminare per ottenere valori medi e scarto quadratico medio ( $\sigma$ ), sia per ciascuno scenario che globalmente per ciascuno strumento.

---

<sup>1</sup>Database - Eurostat <https://ec.europa.eu/eurostat/web/health/health-safety-work/data/database>

<sup>2</sup>OPEN DATA INAIL <https://dati.inail.it/opendata/>

I codici di riferimento sono costruiti come concatenazione di:  
 [Sigla azienda]\_[Sigla mansione]\_[Numero attività].[Riferimento alla natura del rischio]<sup>3</sup>

Nell'ordine, da sinistra verso destra, sono presentati i risultati ottenuti con lo strumento matriciale tratto dalla BS 18004 (A), con lo strumento matriciale tratto dalla ISO/TR 14121-2 (B), con il metodo ibrido proposto (C), con il metodo grafico tratto dalla ISO 13849 (D) ed infine con la variante proposta allo stesso metodo grafico (E).

Riferimento	Scenario e valutazioni					$\sigma$	media
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)		
A_ALM_01.LL03	3	3	2	1	2	18.9	47.0
compatibilità							
A_ALM_01.LL05	3	3	2	1	2	18.9	47.0
compatibilità							
A_ALM_01.LL06	1	3	2	1	2	20.1	39.0
compatibilità							
A_ALM_01.LL07	1	2	2	1	2	12.0	34.0
compatibilità							
A_ALM_01.LL10	4	3	2	3	2	16.9	59.0
compatibilità							
A_ALM_01.LL12	2	3	2	2	2	14.0	47.0
compatibilità							
A_ALM_01.IS01	4	2	3	3	3	9.8	62.0
compatibilità							
A_ALM_01.IM02a	1	2	1	1	2	12.6	30.0
compatibilità							
A_ALM_01.AL01	1	2	2	2	3	13.3	42.0
compatibilità							
A_ALM_01.AL03	2	3	2	2	2	14.0	47.0
compatibilità							
A_ALM_01.AL14	1	1	2	1	2	9.2	29.0
compatibilità							
A_ALM_01.AF07	3	3	2	2	3	13.4	55.0
compatibilità							
A_ALM_01.AB02	1	1	2	2	2	8.7	33.0
compatibilità							

(segue)

<sup>3</sup>I riferimenti alla natura del rischio derivano direttamente dalla check-list di identificazione dei pericoli, riportata in appendice A.3

Riferimento	Scenario e valutazioni					$\sigma$	media
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)		
A_ALM_01.IM02b	4	2	4	4	4	12.0	74.0
compatibilità							
A_ALM_02.LL03	3	3	2	1	2	18.9	47.0
compatibilità							
A_ALM_02.LL05	1	2	2	1	2	12.0	34.0
compatibilità							
A_ALM_02.IM03	4	4	4	4	4	8.0	84.0
compatibilità							
A_ALM_02.AL02	4	2	3	3	3	9.8	62.0
compatibilità							
A_ALM_02.AL03	2	3	3	2	2	14.3	51.0
compatibilità							
A_ALM_02.AL14	1	2	2	1	2	12.0	34.0
compatibilità							
A_ALM_02.AF08	1	2	2	2	2	9.8	38.0
compatibilità							
A_ALM_02.AB01	1	1	2	1	1	7.7	25.0
compatibilità							
A_ALM_02.AA01	1	1	3	1	1	15.6	29.0
compatibilità							
A_ALM_03.LL03	3	3	2	1	2	18.9	47.0
compatibilità							
A_ALM_03.IM03	4	2	3	3	3	9.8	62.0
compatibilità							
A_ALM_03.AL03	3	3	2	2	3	13.4	55.0
compatibilità							
A_ALM_03.ER03	4	4	3	4	4	12.6	80.0
compatibilità							
A_ALM_03.AA01	1	1	2	1	1	7.7	25.0
compatibilità							
A_ALM_GG.LL04	1	2	2	1	2	12.0	34.0
compatibilità							
A_ALM_GG.LL05	5	3	4	3	3	14.8	75.0
compatibilità							
A_ALM_GG.LL06	1	3	2	1	1	21.4	35.0
compatibilità							

*(segue)*

Riferimento	Scenario e valutazioni					$\sigma$	media
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)		
A_ALM_GG.LL07	1	2	2	1	1	12.6	30.0
compatibilità							
A_ALM_GG.LL08	4	3	3	3	3	8.7	67.0
compatibilità							
A_ALM_GG.LL11	2	3	2	2	2	14.0	47.0
compatibilità							
A_ALM_GG.IS06	4	2	3	3	3	9.8	62.0
compatibilità							
A_ALM_GG.IM01	4	2	3	3	3	9.8	62.0
compatibilità							
A_ALM_GG.IM03	3	3	2	3	3	11.1	59.0
compatibilità							
A_ALM_GG.IM04	4	2	3	3	3	9.8	62.0
compatibilità							
A_ALM_GG.AL14	1	1	2	1	1	7.7	25.0
compatibilità							
A_ALM_GG.AL16	1	1	3	3	3	18.4	45.0
compatibilità							
A_ALM_GG.AF05	4	4	3	4	4	12.6	80.0
compatibilità							
A_ALM_GG.AB02	3	3	2	1	2	18.9	47.0
compatibilità							
A_ALM_GG.EX01	4	2	4	3	3	12.0	66.0
compatibilità							
A_ALM_GG.IM02	4	2	4	3	3	12.0	66.0
compatibilità							
A_APT_01.LL03	1	3	2	2	3	18.9	47.0
compatibilità							
A_APT_01.LL04	5	4	4	3	3	17.9	80.0
compatibilità							
A_APT_01.LL05	5	3	4	3	3	14.8	75.0
compatibilità							
A_APT_01.LL06	1	3	2	1	1	21.4	35.0
compatibilità							
A_APT_01.LL11	2	3	2	2	2	14.0	47.0
compatibilità							

(segue)

Riferimento	Scenario e valutazioni					$\sigma$	media
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)		
A_APT_01.AL03	2	3	3	2	2	14.3	51.0
compatibilità							
A_APT_01.AL14	1	2	2	1	1	12.6	30.0
compatibilità							
A_APT_01.AF07	1	1	2	1	1	7.7	25.0
compatibilità							
A_APT_01.AB02	1	1	1	2	2	9.2	29.0
compatibilità							
A_APT_01.IM02	4	2	4	4	4	12.0	74.0
compatibilità							
A_APT_02.LL03	3	3	3	2	3	11.1	59.0
compatibilità							
A_APT_02.LL05	3	3	3	2	3	11.1	59.0
compatibilità							
A_APT_02.LL06	1	3	2	1	2	20.1	39.0
compatibilità							
A_APT_02.LL07	1	2	2	1	2	12.0	34.0
compatibilità							
A_APT_02.IS01	4	2	3	3	3	9.8	62.0
compatibilità							
A_APT_02.AL14	1	1	2	1	1	7.7	25.0
compatibilità							
A_APT_02.AF07	3	3	3	2	3	11.1	59.0
compatibilità							
A_APT_02.AB02	1	1	2	2	2	8.7	33.0
compatibilità							
A_APT_02.IM02	4	2	4	4	4	12.0	74.0
compatibilità							
A_APT_03.LL02	4	4	3	2	3	20.4	68.0
compatibilità							
A_APT_03.LL03	3	3	3	2	3	11.1	59.0
compatibilità							
A_APT_03.LL05	3	2	2	1	2	13.3	42.0
compatibilità							
A_APT_03.AL01	1	2	2	2	3	13.3	42.0
compatibilità							

*(segue)*

Riferimento	Scenario e valutazioni					$\sigma$	media
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)		
A_APT_03.AL02	4	2	3	3	3	9.8	62.0
compatibilità							
A_APT_03.AL03	2	3	3	2	2	14.3	51.0
compatibilità							
A_APT_03.AB02	1	1	2	2	2	8.7	33.0
compatibilità							
A_APT_GG.LL04	1	2	2	1	2	12.0	34.0
compatibilità							
A_APT_GG.LL05	5	3	4	3	3	14.8	75.0
compatibilità							
A_APT_GG.LL06	1	3	2	1	1	21.4	35.0
compatibilità							
A_APT_GG.LL07	1	2	2	1	1	12.6	30.0
compatibilità							
A_APT_GG.LL08	4	3	3	3	3	8.7	67.0
compatibilità							
A_APT_GG.LL11	2	3	2	2	2	14.0	47.0
compatibilità							
A_APT_GG.IS06	4	2	3	3	3	9.8	62.0
compatibilità							
A_APT_GG.IM01	4	2	3	3	3	9.8	62.0
compatibilità							
A_APT_GG.IM03	3	3	2	3	3	11.1	59.0
compatibilità							
A_APT_GG.IM04	4	2	3	3	3	9.8	62.0
compatibilità							
A_APT_GG.AL14	1	1	2	1	1	7.7	25.0
compatibilità							
A_APT_GG.AL16	4	2	3	3	3	9.8	62.0
compatibilità							
A_APT_GG.AF05	4	4	3	4	4	12.6	80.0
compatibilità							
A_APT_GG.AB02	3	3	2	1	2	18.9	47.0
compatibilità							
A_APT_GG.EX01	4	2	4	3	3	12.0	66.0
compatibilità							

(segue)

Riferimento	Scenario e valutazioni					$\sigma$	media
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)		
A_APT_GG.IM02	4	2	4	3	3	12.0	66.0
compatibilità							
B_AM_01.LL03	3	3	3	2	3	11.1	59.0
compatibilità							
B_AM_01.LL05	1	2	3	1	2	16.0	38.0
compatibilità							
B_AM_01.LL06	3	3	2	2	3	13.4	55.0
compatibilità							
B_AM_01.LL07	1	2	3	1	2	16.0	38.0
compatibilità							
B_AM_01.LL08	4	3	3	1	2	22.4	55.0
compatibilità							
B_AM_01.LL16	4	3	3	3	3	8.7	67.0
compatibilità							
B_AM_01.IM01	1	1	4	5	5	35.5	65.0
compatibilità							
B_AM_01.IM03a	4	3	3	4	4	7.7	75.0
compatibilità							
B_AM_01.IM03b	1	1	3	2	3	16.9	41.0
compatibilità							
B_AM_01.IM03c	4	2	3	4	4	12.6	70.0
compatibilità							
B_AM_01.IM03d	4	3	3	4	4	7.7	75.0
compatibilità							
B_AM_01.IM03e	4	3	4	5	5	10.8	87.0
compatibilità							
B_AM_01.IM04	4	2	4	5	5	18.3	82.0
compatibilità							
B_AM_01.AL01	5	4	3	4	4	15.0	84.0
compatibilità							
B_AM_01.AL03	2	3	2	2	2	14.0	47.0
compatibilità							
B_AM_01.AL14	3	3	3	1	2	19.1	51.0
compatibilità							
B_AM_01.PF03	1	1	3	2	2	14.0	37.0
compatibilità							

(segue)

Riferimento	Scenario e valutazioni					$\sigma$	media
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)		
B_AM_01.PF04	3	2	3	2	3	8.0	54.0
compatibilità							
B_AM_01.RA02	1	3	3	4	4	22.7	63.0
compatibilità							
B_AM_01.ER03	3	3	3	3	4	8.7	67.0
compatibilità							
B_AM_GG.LL05	1	2	2	2	3	13.3	42.0
compatibilità							
B_AM_GG.LL06	3	3	2	1	2	18.9	47.0
compatibilità							
B_AM_GG.LL07	1	2	3	1	2	16.0	38.0
compatibilità							
B_AM_GG.LL08	4	3	3	3	3	8.7	67.0
compatibilità							
B_AM_GG.IM01	1	1	3	2	3	16.9	41.0
compatibilità							
B_AM_GG.IM03	1	1	2	1	2	9.2	29.0
compatibilità							
B_AM_GG.AL14	3	3	3	1	2	19.1	51.0
compatibilità							
B_AM_GG.PF03	1	1	2	2	2	8.7	33.0
compatibilità							
B_AM_GG.PF04	1	2	2	2	3	13.3	42.0
compatibilità							
B_MAG_01.LL05	5	4	4	4	4	9.8	88.0
compatibilità							
B_MAG_01.LL07	1	2	4	1	2	22.3	42.0
compatibilità							
B_MAG_01.LL11	2	3	2	2	2	14.0	47.0
compatibilità							
B_MAG_01.IM01	1	1	4	2	3	22.4	45.0
compatibilità							
B_MAG_01.AL01	4	3	3	4	4	7.7	75.0
compatibilità							
B_MAG_01.AL03	2	3	2	1	2	17.8	43.0
compatibilità							

(segue)



Riferimento	Scenario e valutazioni					$\sigma$	media
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)		
B_MAG_01.AL14	3	2	3	1	2	15.0	46.0
compatibilità							
B_MAG_01.AL15	4	3	4	4	4	2.0	79.0
compatibilità							
B_MAG_01.RE02	4	2	3	4	4	12.6	70.0
compatibilità							
B_MAG_02.LL06	1	2	2	1	2	12.0	34.0
compatibilità							
B_MAG_02.LL07	3	2	3	2	3	8.0	54.0
compatibilità							
B_MAG_02.LL08	4	3	3	3	3	8.7	67.0
compatibilità							
B_MAG_02.LL16	4	3	3	3	3	8.7	67.0
compatibilità							
B_MAG_02.IM01	1	1	4	2	3	22.4	45.0
compatibilità							
B_MAG_02.IM03	3	2	1	1	2	16.0	38.0
compatibilità							
B_MAG_02.AL01	4	3	3	4	4	7.7	75.0
compatibilità							
B_MAG_02.AL03	2	3	2	2	2	14.0	47.0
compatibilità							
B_MAG_02.AL14	3	2	3	2	3	8.0	54.0
compatibilità							
B_MAG_02.AL15	1	2	3	3	4	19.6	54.0
compatibilità							
B_MAG_02.PF03	1	1	3	2	2	14.0	37.0
compatibilità							
B_MAG_03.LL02	2	3	2	2	2	14.0	47.0
compatibilità							
B_MAG_03.LL05	5	4	3	4	4	15.0	84.0
compatibilità							
B_MAG_03.LL11	2	3	2	2	2	14.0	47.0
compatibilità							
B_MAG_03.IM01	1	1	4	3	4	26.0	53.0
compatibilità							

*(segue)*

Riferimento	Scenario e valutazioni					$\sigma$	media
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)		
B_MAG_03.IM03	4	3	3	4	4	7.7	75.0
compatibilità							
B_MAG_03.AL03	2	3	2	1	1	20.1	39.0
compatibilità							
B_MAG_03.PF03	3	2	2	2	3	8.9	50.0
compatibilità							
B_MAG_03.RA02	1	3	2	4	4	24.6	59.0
compatibilità							
B_MAG_03.ER03	3	3	2	3	4	14.0	63.0
compatibilità							
B_MAG_GG.LL05	4	3	4	4	4	2.0	79.0
compatibilità							
B_MAG_GG.LL06	1	2	2	1	2	12.0	34.0
compatibilità							
B_MAG_GG.LL07	1	2	3	1	2	16.0	38.0
compatibilità							
B_MAG_GG.LL08	4	3	2	3	3	14.0	63.0
compatibilità							
B_MAG_GG.IM01	1	1	3	2	3	16.9	41.0
compatibilità							
B_MAG_GG.IM03	1	2	1	1	2	12.6	30.0
compatibilità							
B_MAG_GG.PF03	1	1	2	2	2	8.7	33.0
compatibilità							
media	50.6	59.4	53.2	45.2	53.0		
$\sigma$	27.3	20.7	15.1	22.0	18.6		
compatibili (#)	80	60	105	106	130		
compatibili (%)	53.0	39.7	69.5	70.2	86.1		

Tabella 4.1: Tabella riassuntiva dei risultati ottenuti dall'applicazione degli strumenti a ciascun caso. Si ricorda che per lo strumento matriciale secondo ISO TR 14121-2, la numerazione si ferma a 4, e che dunque questo risulta essere il massimo livello di rischio attribuibile dallo strumento.

Successivamente, sono stati raccolti dati aggregati in modo analogo a quanto fatto per l'analisi preliminare (cfr. tabella 3.26) in modo tale da confrontare nuovamente la distribuzione dei livelli di rischio ottenuti. Il risultato di questa operazione è riassunto in tabella 4.2 e nei grafici di figure 4.1 e 4.2.

Infine, sono state compilate tabelle di confronto per le categorie di rischio emerse: avendo trattato un campione limitato, il paragone con quanto ricavato dall'analisi preliminare è stato condotto per le sole categorie di rischio "rischi da attività di magazzino" e "rischi da attività di produzione", riportati nelle tabelle 4.3 4.4.

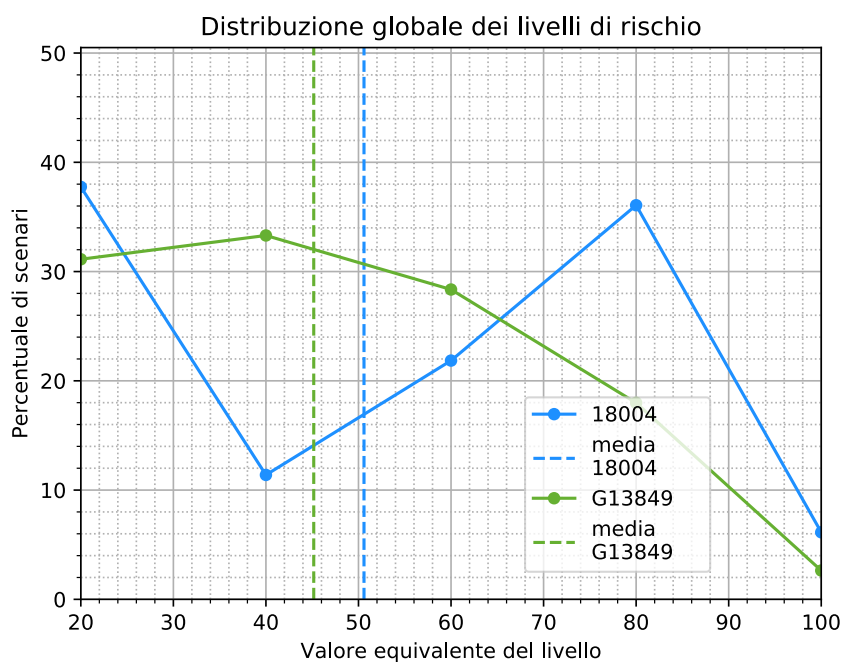


Figura 4.1: Distribuzione dei risultati ottenuti dal campione per l'indagine sperimentale – strumenti da BS 18004 e da ISO 13849

Matriciale BS 18004				Matriciale ISO/TR 14121				Ibrido variante			
Livello attribuito	Valore (0÷100)	N. casi		Livello attribuito	Valore (0÷100)	N. casi		Livello attribuito	Valore (0÷100)	N. casi	
Molto basso	20	57		Trascurabile	25	25		Trascurabile	20	4	
Basso	40	15		Basso	50	53		Basso	40	65	
Medio	60	28		Medio	75	64		Medio	60	60	
Alto	80	44		Alto	100	9		Alto	80	22	
Molto alto	100	7						Molto alto	100	0	

Grafico ISO 13849				Grafico variante			
Livello attribuito	Valore (0÷100)	N. casi		Livello attribuito	Valore (0÷100)	N. casi	
Trascurabile	20	47		Trascurabile	20	14	
Basso	40	45		Basso	40	56	
Medio	60	35		Medio	60	53	
Alto	80	21		Alto	80	25	
Molto alto	100	3		Molto alto	100	3	

Tabella 4.2: Tabelle riassuntive dei risultati ottenuti dalle aziende campione

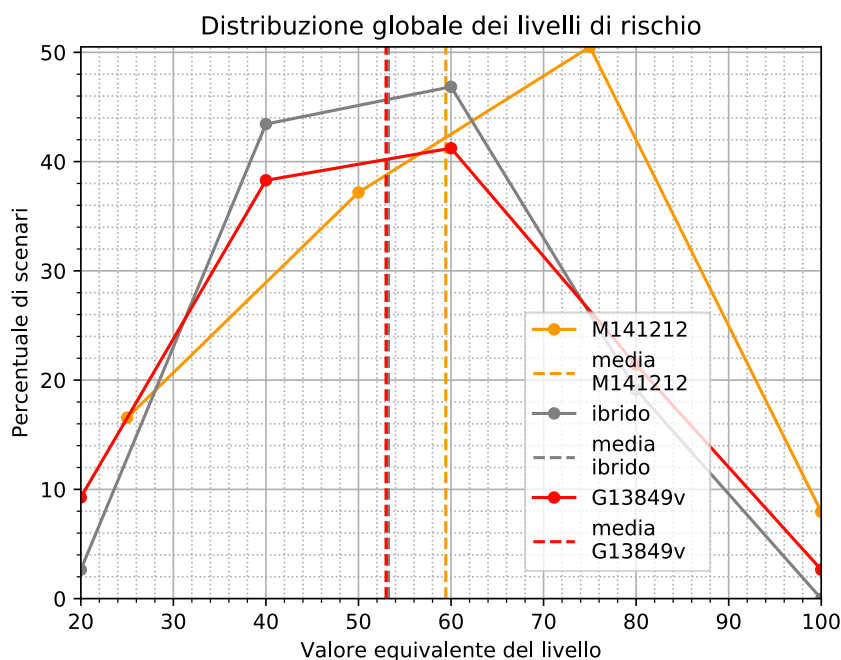


Figura 4.2: Distribuzione dei risultati ottenuti dal campione per l'indagine sperimentale – strumenti da ISO TR 14121-2, ibrido variante e grafico variante

## 4.4 Discussione dei risultati ottenuti

### 4.4.1 Compatibilità tra gli strumenti

Il primo tipo di analisi dei risultati che si intende svolgere è un controllo di compatibilità tra gli strumenti applicati, ritenuto significativo in quanto tre strumenti tra i cinque considerati sono tratti direttamente da norme tecniche (e in quanto tali di validità riconosciuta). In tale ottica, si ritiene significativa una valutazione in materia di "consenso" riguardo il livello di rischio appropriato per gli scenari presi in esame.

Basandosi sulla tabella 4.1, la compatibilità del risultato ottenuto da ogni strumento per ciascun caso è stata determinata in base al suo scostamento dalla media: compatibile ( riquadro verde scuro sottostante la cella corrispondente) se il valore assoluto di tale scostamento è inferiore al valore di  $\sigma$ , incompatibile ( riquadro rosso scuro) se superiore.

Questa informazione è raccolta anche in forma aggregata in calce alla tabella stessa, dove tramite il conteggio dei casi in cui lo strumento si è rivelato compatibile si intende determinare un indicatore globale della compatibilità tra i risultati degli strumenti.

Analizzando per prima questa informazione, si può notare come il secondo metodo, ovvero quello matriciale tratto dalla norma ISO/TR 14121-2, risulti fornire livelli di rischio compatibili con gli altri per meno del 40% degli scenari. Insieme al livello medio ottenuto, superiore a tutti gli altri, costituisce indice dell'attribuzione sistematica da parte di questo strumento di livelli di rischio maggiori rispetto agli altri. Tale compor-

tamento è considerabile dunque in prima approssimazione come indicatore della scarsa adeguatezza di questo strumento ad essere applicato a scenari di rischio comuni.

Viceversa, lo strumento derivante dal metodo grafico secondo ISO 13849 porta a risultati compatibili per oltre l'85% degli scenari, con un livello medio di rischio non solo compatibile con altri due degli strumenti proposti ma anche "centrale", considerando una classifica di tali livelli medi. Queste osservazioni portano a considerare questo strumento come quello di maggior validità potenziale per l'uso generale.

#### 4.4.2 Varietà dei livelli di rischio attribuiti

Un altro dato significativo ricavabile dalla tabella 4.1 riguarda il valore di  $\sigma$  ottenuto globalmente per ciascuno strumento: questo dato è indicatore della varietà dei livelli di rischio ottenuti, che non sarebbe altrimenti immediatamente confrontabile con il solo approccio grafico.

Come citato in precedenza, la caratteristica di fornire risultati che coprono l'intero spettro dei livelli ottenibili può essere considerata come indicatore del pregio di uno strumento di analisi. Un giudizio chiaro sarebbe possibile esclusivamente disponendo di un campione sufficientemente vario da coprire senza dubbio l'intero spettro del rischio. Pertanto, anche in questo caso sarà necessario effettuare l'analisi su base relativa tra gli strumenti impiegati.

Prendendo in esame lo strumento matriciale tratto dalla BS 18004, si nota che questo appare fornire la miglior diversità di risultati. Tuttavia, il confronto di questo dato con quanto riportato in tabella 4.2 e con il grafico di figura 4.1 evidenzia che tale valore elevato di  $\sigma$  non corrisponda ad una distribuzione omogenea dei livelli attribuiti, che si concentrano in corrispondenza dei livelli "molto basso" ed "alto". Ciò concorda con quanto evidenziato precedentemente (cfr. sottosezione 3.3.2) riguardo la composizione della matrice di rischio su cui si basa tale strumento.

Gli altri strumenti considerati sono invece caratterizzati da distribuzioni più omogenee. Tra questi è notevole il comportamento del metodo ibrido variante, caratterizzato dalla  $\sigma$  minima, che concentra più dell'80% degli scenari tra i livelli "basso" e "medio". Anche in questo caso, come già visto per l'analisi preliminare, l'addensamento dei risultati corrisponde ad un addensamento nell'attribuzione delle classi, preponderante in questo caso (oltre l'87%) tra le classi 2 e 5, corrispondenti ad un'area della matrice occupata prevalentemente da celle di rischio, appunto, "basso" e "medio".

#### 4.4.3 Valutazioni per categoria di rischio

##### **Rischi da attività di magazzino** (tabella 4.3)

I risultati forniti dall'analisi per questa categoria di rischi concorda con quanto già visto globalmente. Trattandosi della categoria più numerosa, questo non stupisce, tuttavia l'attribuzione del livello di rischio massimo a tre scenari da parte sia dello strumento matriciale secondo BS 18004 che di quello secondo ISO/TR 14121-2 merita approfondimento.

Livello	BS 18004	Matriciale ISO TR 14121-2	Ibrido variante	Grafico ISO 13849	Grafico variante
1	23	10	3	18	4
2	8	21	27	25	27
3	12	26	20	9	20
4	14	3	10	8	9
5	3		0	0	0
Media	48,67	59,16	52,33	42,33	51,33

Tabella 4.3: Sintesi dei risultati per i rischi da attività di magazzino – aziende campione

I casi rilevanti in questione sono:

- A\_APT\_01.LL04;
- A\_APT\_01.LL05;
- A\_APT\_03.LL02;
- B\_MAG\_01.LL05.

Per quanto riguarda l'attribuzione di livello differente nei due casi omologhi di rischio da investimento (LL05), questo è attribuibile al differente valore del parametro probabilità. Per l'azienda A, essendo i lavoratori esposti al rischio in modo occasionale, il valore qualitativo di probabilità è inferiore rispetto al caso analogo per l'azienda B, dove l'esposizione a tale rischio è nettamente più frequente. In tutti gli altri casi, la mancanza di corrispondenza tra i livelli attribuiti è riconducibile alle differenti definizioni sia delle scale qualitative per i parametri d'ingresso che della matrice di rischio.

#### Rischi da attività di produzione (tabella 4.4)

Livello	BS 18004	Matriciale ISO TR 14121-2	Ibrido variante	Grafico ISO 13849	Grafico variante
1	14	7	0	12	4
2	5	11	16	12	14
3	10	21	22	6	9
4	12	4	5	10	13
5	2		0	3	3
Media	52,09	62,79	54,88	50,70	58,64

Tabella 4.4: Sintesi dei risultati per i rischi da attività di produzione – aziende campione

Analogamente a quanto visto per la categoria precedente, la peculiarità che merita un'indagine più approfondita riguarda il numero simile di scenari cui viene attribuito il livello massimo di rischio dai differenti strumenti di valutazione.

In questo caso, sono da considerare i casi elencati di seguito:

- A\_ALM\_02.IM03;
- A\_ALM\_03.ER03;
- B\_AM\_01.IM01;
- B\_AM\_01.IM03e;
- B\_AM\_01.IM04;
- B\_AM\_01.AL01;
- B\_MAG\_03.LL05.

Per quanto riguarda i tre casi in cui i due strumenti grafici assegnano entrambi il livello massimo di rischio (B\_AM\_01.IM01, B\_AM\_01.IM03e, B\_AM\_01.IM04), è possibile addebitare tale discrepanza di livello alla mancanza di un parametro legato alla vera e propria probabilità che si manifesti lo scenario valutato. Negli altri casi, dove sono gli strumenti matriciali ad attribuire il livello massimo, sono ancora le scale di probabilità solo parzialmente sovrapponibili e le differenti matrici di valutazione a determinare differenze o corrispondenze tra i livelli attribuiti.

Da un punto di vista più generale, infine, si può anche notare che la differenza tra i livelli medi di rischio tra quelli legati alle attività di produzione e quelli cui è esposto il personale di magazzino sia limitata, ma comunque rilevabile per ciascuno dei cinque strumenti.

Questo costituisce indizio di validità relativamente ai punteggi assegnati a ciascuno dei parametri che contribuiscono alla determinazione del livello di rischio.

#### **4.4.4 Validazione dei livelli con serie storiche aziendali**

Per ottenere una verifica di concordanza tra alcuni livelli di rischio ottenuti e quanto riscontrato dalle aziende nella loro operatività, si è scelto di utilizzare le serie storiche contenute nei registri degli infortuni.

Nel caso specifico dell'azienda B, dove non si sono verificati infortuni nell'ultimo quinquennio (circostanza senza dubbio favorita dall'affidamento esclusivo delle macchine ed alle piccole dimensioni), tale confronto non si è reso possibile. Inoltre, la stessa informazione ottenuta rispetto al lungo periodo trascorso senza l'accadimento di infortuni né insorgenza di malattie professionali non può essere utilizzata allo scopo di validare i livelli ottenuti. Questo in quanto non sarebbe possibile in nessun caso distinguere l'entità del contributo alla sicurezza di natura tecnico/organizzativa da quello di natura prevalentemente umana, ovvero composto da procedure ben definite ed applicate.



Effettuando la stessa valutazione nel caso dell'azienda A è stato invece possibile estrarre dall'elenco fornito gli infortuni verificatisi nell'ultimo quinquennio. Gli scenari di infortunio o di manifestazione dell'insorgenza di malattia professionale tratti da tale documentazione sono stati dapprima vagliati per rimuovere (in modo analogo a quanto già fatto per l'analisi originale dei rischi) tutti i casi legati a rischi normati, per poi procedere ad una loro catalogazione secondo le stesse tipologie in cui è suddivisa la check-list di individuazione dei rischi.

Questa operazione ha permesso di ottenere un set di dati significativi riassunto in tabella 4.5.

Codice	Descrizione	Numero	Gravità media
LL03	Irregolarità od ostacoli sui piani di calpestio – postazione di lavoro	5	Bassa
IM03	Contatto con macchine fisse e/o insiemi di macchine	4	Alta
AL03	Impiego di attrezzature e utensili manuali	4	Bassa
ER03	Disturbo dovuto a postura incongrua	3	Media
LL05	Urto con mezzi in transito su vie di circolazione interne	2	Bassa
LL07	Urto contro materiale stoccato lungo le vie di circolazione	1	Bassa
LL08	Scivolamento o caduta da scala fissa	1	Bassa

Tabella 4.5: Dati ottenuti dal registro infortuni – azienda A

Da un confronto tra questa e la tabella 4.1, si può osservare una concordanza generale tra le stime ottenute per ciascuno scenario applicando gli strumenti di analisi e la reale criticità riscontrata all'interno dell'azienda, con tre eccezioni degne di nota:

- i rischi legati all'utilizzo di attrezzature e utensili manuali sono stati valutati con criticità eccessiva, per sovrastima della frequenza di accadimento rispetto al numero annuo reale di eventi;
- il rischio da investimento in aree esterne, valutato per la sola mansione APT, risulta di livello elevato nonostante tale tipologia di evento non si sia ancora manifestato, ma seguendo un principio di precauzione tale valore risulta comunque giustificato in virtù dell'entità del danno probabile;
- i rischi da scivolamento su scale fisse sono sovrastimati in modo forse eccessivo rispetto alla realtà, tuttavia, anche in questo caso il massimo danno probabile rimane grave e la stima ottenuta risulta comunque credibile.

Per quanto evidenziato finora, è dunque possibile affermare che il confronto con le serie storiche abbia una doppia funzione: verificare l'effettiva bontà delle ipotesi formulate e la consistenza dei risultati ottenuti applicando lo/gli strumenti di analisi scelti. Si ritiene utile rimarcare che questo secondo controllo non dovrà mai essere preso come unico punto di riferimento, in quanto non vi è alcuna garanzia che serie storiche o andamenti dei tassi di infortunio passati siano indicativi degli andamenti futuri.

## 4.5 Valutazione degli strumenti di analisi

Sulla base di quanto visto nelle sezioni precedenti, è dunque possibile formulare qualche valutazione circa gli strumenti di analisi fin qui considerati. Tali giudizi non potranno prescindere da quella che è la finalità principale del processo di valutazione dei rischi.

Il metro principale di valutazione del metodo dovrà dunque essere la sua valenza programmatica, in quanto dovrà essere in grado di guidare l'analista (che è bene ricordare essere figura parzialmente o completamente sovrapposta a quella del datore di lavoro) al conseguimento del miglior livello possibile di sicurezza sul luogo di lavoro.

In tal senso, essendo l'analisi del rischio parte centrale del processo di valutazione del rischio, anche gli strumenti di analisi potranno essere misurati in base a quanto possano contribuire a migliorare l'efficacia della valutazione come strumento di pianificazione.

Nell'ottica poi dell'applicazione effettiva della metodologia proposta, si ritiene opportuna anche una valutazione in termini di semplicità di applicazione, con particolare attenzione alle risorse necessarie per implementare gli strumenti proposti.

Dai giudizi di validità, di efficacia e di semplicità potranno poi essere tratte conclusioni in merito all'efficienza degli strumenti, e conseguentemente della metodologia in cui saranno integrati.

### 4.5.1 Valutazione per efficacia programmatica

Tra tutti gli strumenti analizzati in questo lavoro, quello che certamente spinge il suo utilizzatore ad effettuare indagini approfondite circa lo svolgimento delle attività da un punto di vista organizzativo, temporale, spaziale e tecnico è senza dubbio quello ibrido. L'elevato grado di precisione con cui è necessario caratterizzare sia l'operatività che, più in generale, la giornata lavorativa al fine di attribuire in modo agevole i valori corrispondenti a ciascuno dei parametri<sup>4</sup> porta alla raccolta di informazioni che possono successivamente avere un ruolo chiave nella pianificazione della gestione del rischio.

Al termine della sua applicazione è infatti possibile determinare quale (o quali), tra le componenti che portano alla stima del rischio, abbia la maggior influenza sul livello attribuito. Questa conoscenza comporta una notevole semplificazione per quanto riguarda la definizione della strategia più efficace di riduzione del rischio, o piuttosto la definizione del parametro più critico da sorvegliare per garantire il mantenimento del livello di sicurezza nel tempo.

---

<sup>4</sup>in caso contrario l'assegnazione dei valori risulta particolarmente complessa, difficoltà riscontrata in fase di svolgimento delle analisi sperimentali

Per quanto riguarda gli altri strumenti valutati, è possibile affermare che non necessitano di un'indagine preliminare dettagliata quanto la tipologia ibrida proposta, pur richiedendo anch'essi attenta considerazione delle caratteristiche delle operazioni rischiose valutate. A differenziare gli strumenti matriciali da quelli grafici è soprattutto il tipo di percorso svolto per raggiungere il livello di rischio stimato.

Considerando che i primi sono caratterizzati da due soli parametri in ingresso, definire quale sia quello prioritario coincide con la scelta della direzione in cui spostarsi all'interno della matrice (verticalmente od orizzontalmente), scelta che è condizionata dal contenuto delle celle adiacenti a quella raggiunta inizialmente. Essendo i due parametri relativi l'uno ad una probabilità e l'altro ad una gravità delle conseguenze, scegliere una direzione equivale a definire quali siano le misure di mitigazione più critiche per il caso in analisi tra misure preventive e protettive. Come risulta evidente, questo giudizio potrà variare notevolmente in base alla composizione della matrice e dalla cella di partenza, soprattutto nel caso dello strumento definito dalla norma BS 18004, dove le discontinuità presenti nella matrice di rischio accentuano notevolmente l'influenza sul risultato dei singoli parametri.

Per gli strumenti grafici, la sequenza in cui occorre percorrere il grafico determina in modo univoco l'importanza di ciascun parametro rispetto a quelli successivi (fattore visibile anche dalle matrici equivalenti e dal valore dei punteggi parziali per lo strumento ad indici equivalente). Inoltre, l'assenza di parametri e considerazioni relative all'effettiva probabilità di manifestarsi dell'evento pericoloso comporta la scelta implicita di accettare che tale evento possa verificarsi anche come conseguenza di circostanze non direttamente dipendenti dall'attività svolta. Si è dunque obbligati a valutare separatamente le misure preventive non dipendenti dall'efficacia di soluzioni tecniche (altrimenti ricomprese nel parametro P). Tale formulazione si integra perfettamente con la metodologia proposta in questo lavoro di effettuare la valutazione dei rischi secondo le caratteristiche intrinseche delle operazioni svolte e delle attrezzature/spazi con cui i lavoratori interagiscono, per poi formulare un giudizio di accettabilità solo una volta analizzate anche le misure preventive di carattere organizzativo.

#### **4.5.2 Valutazione per semplicità di applicazione**

Come già detto, l'analisi di questi strumenti non può prescindere da un giudizio di questo tipo, perché la formulazione di una metodologia che porti ad ottenere risultati validi di utilizzo semplice ne favorirebbe la diffusione e l'applicazione anche all'interno di realtà tipicamente caratterizzate da risorse disponibili limitate, come piccole imprese e microimprese.

Nell'analizzare con ciascuno di questi strumenti il campione di scenari, quelli che si sono rivelati più agili nell'applicazione al fine di determinare la stima del livello di rischio sono stati i due basati sull'utilizzo del grafico. Tale agilità deriva direttamente dalla caratteristica principale condivisa da entrambi questi strumenti: le scelte possono essere effettuate in modo sequenziale, tra due o tre valori per il parametro di severità del danno (agevolmente attribuibile) e tra due sole scelte per gli altri parametri. Tale limitazione imposta alle scelte disponibili consente una decisione immediata per la quasi

totalità dei casi considerati, ad eccezione degli scenari in cui l'esposizione risulti avere durata e frequenza agli estremi opposti della scala. In questi casi si rende necessaria una scelta consapevole per determinare quale caratteristica dell'esposizione abbia incidenza prevalente sul risultato finale per attribuire il punteggio più idoneo.

Immediatamente successivi, proseguendo nella valutazione secondo questo criterio, sono gli strumenti matriciali. Per entrambi, la difficoltà maggiore è stata quella di assegnare un valore al parametro di probabilità, per i quali ci si è trovati spesso nell'incertezza tra due valori successivi a causa delle definizioni delle soglie di attribuzione. Risulta particolarmente complesso, ad esempio, determinare se per un determinato scenario sia migliore un'approssimazione alla frequenza di accadimento tipica di una volta ogni 5 anni o di "almeno una volta entro la vita lavorativa del lavoratore", così come risulta complesso tradurre questa stessa frequenza stimata in eventi/anno per l'applicazione dello strumento matriciale secondo la norma ISO/TR 14121-2.

Per le stesse ragioni che ne hanno determinato la miglior valutazione dal punto di vista programmatico, il metodo ibrido proposto risulta il meno agevole per l'applicazione. La necessità di analizzare nel dettaglio le composizioni dei turni ed il ciclo produttivo, pena la necessità di formulare ipotesi ragionevoli per ciascuno scenario, unita all'elevato numero di parametri di cui determinare il valore su scale piuttosto ampie, rende questo strumento di difficile impiego. La complessità che si affronta nella caratterizzazione di ciascuno scenario aumenta al diminuire della regolarità del ciclo produttivo ed alla eventuale discontinuità dell'attività svolta dagli addetti ad una stessa mansione.

Queste caratteristiche rendono lo strumento poco adeguato all'applicazione all'interno di realtà molto piccole, dove pochi lavoratori svolgono attività molto diverse all'interno di una stessa mansione senza che vi sia una pianificazione regolare come ad esempio attività di carattere prevalentemente artigianale.

## Capitolo 5

# Conclusioni

L'applicazione del metodo proposto alle due aziende campione ha permesso di valutare, oltre agli strumenti di analisi esaminati, la sua applicabilità complessiva in un contesto reale.

Le fasi di indagine preliminare, ovvero di definizione delle mansioni e suddivisione dei luoghi, hanno mostrato una miglior attitudine nei confronti della realtà aziendale più rigida, in cui cioè le mansioni contengono incarichi omogenei e ben definiti. Tuttavia, la scomposizione in attività delle mansioni, operazione immediatamente successiva, ha consentito di adeguare questa parte della metodologia alle "macromansioni" individuabili in modo naturale, senza cioè la necessità di ricorrere a modifiche realizzate *ad hoc*. Analoga considerazione vale anche per l'impiego delle piante delle aree aziendali per l'identificazione e, se possibile, delimitazione di aree caratterizzate dalla presenza di fonti di rischi specifici. È stato possibile in questo modo determinare le caratteristiche dell'esposizione dei lavoratori a rischi di varia natura durante gli spostamenti interni parte dell'operatività ordinaria, e verificare in sede di completamento della modulistica di non aver trascurato alcuno di questi rischi "localizzati".

Lo studio degli strumenti impiegabili per l'analisi del rischio ha portato a concludere che, a seconda della realtà in cui lo si voglia impiegare ed al livello di dettaglio con cui sia realisticamente possibile ottenere i dati necessari, gli strumenti più convenienti possano essere quello grafico con la variante proposta o quello ibrido. Data la semplicità di attribuzione dei punteggi, l'elevata compatibilità con i risultati ottenuti dagli altri strumenti e la necessità di un livello di dettaglio non tassante in quanto a risorse necessarie, il metodo grafico è risultato essere idoneo per un'applicazione più generale.

Viceversa, qualora lo si ritenesse necessario, sarebbe possibile applicare il metodo ibrido proposto, che come visto consentirebbe di ottenere molte più informazioni utili alla programmazione di interventi di miglioramento della sicurezza.

La fase di ponderazione del rischio vera e propria, svincolata dall'imposizione di limiti rigidi per determinare l'accettabilità del rischio residuo, non è stata oggetto di valutazione diretta in quanto per entrambe le aziende e per ogni scenario rilevato la lista di criteri di cui alla sezione 3.4 è risultata sempre soddisfatta. Avendo scelto, all'interno del processo ricavato, di trascurare presenza ed efficacia di procedure e soluzioni organiz-

zative che contribuiscano alla riduzione del rischio residuo, tali informazioni dovranno essere necessariamente riportate nel Documento di Valutazione dei Rischi. Risulterà in tal modo evidente che il livello di rischio ottenuto come stima dall'analisi si riferisce alla condizione materiale ed operativa minima dell'azienda, e che ciascuna procedura correttamente implementata contribuirà a ridurre le componenti di rischio tramite interventi preventivi e protettivi per i quali non sia trascurabile il contributo cosciente e partecipe del lavoratore.

Per concludere, dai risultati ottenuti si ritiene che la metodologia sviluppata e proposta con questo lavoro possa essere considerata applicabile in modo generale alla valutazione dei rischi per la salute e sicurezza sul lavoro, sia nella sua composizione "semplificata" sia in quella che prevede l'impiego del metodo di analisi ibrido, a seconda delle necessità e della realtà aziendale dove la si intenda applicare.

Si osserva come i risultati ottenuti dall'applicazione di questi due strumenti convergano per distribuzione, sia nell'analisi preliminare che nell'applicazione sperimentale. Tenendo conto delle differenze nelle origini e nei percorsi di formulazione – benché questi ultimi abbiano fatto riferimento agli stessi criteri – questa convergenza può essere considerata indizio della validità dell'elenco di requisiti di sezione 2.2, ovvero degli stessi strumenti ottenuti. Tuttavia, il campione ristretto su cui è stata condotta l'indagine sperimentale, unito all'impossibilità di verificare i risultati su base statistica per inaccessibilità di banche dati sufficientemente complete, comportano la necessità di estenderne la sperimentazione sia in termini geografici che di varietà e numero di aziende coinvolte prima di determinarne con ragionevole certezza la validità generale.

# Appendice A

## Schede di rilevamento dati

In questa appendice sono riportate tutte le schede di rilevamento proposte per guidare l'analista nelle fasi iniziali del metodo:

1. scheda di raccolta dati per mansione (A.1);
2. scheda di analisi per attività (A.2);
3. check-list per l'identificazione dei pericoli/fonti di rischio (A.3).

La scheda di analisi per attività viene riportata in forma rappresentativa. Per il suo corretto utilizzo è necessario impiegarne una versione contenente le scale per il solo strumento di analisi scelto.

## A.1 Scheda di raccolta dati per mansione

Denominazione mansione		(a)		Rif.	(b)
Breve descrizione					
Orario lavorativo		Diurno <input type="checkbox"/>	Unità aziendale	(c)	
Notturno <input type="checkbox"/>					
Luogo principale di lavoro (con rif.)					
Attività ordinarie	(d)	Rif.	Descrizione	Necessaria valutazione categorie particolari	(e) Procedura (P=presente, D=documentata)
				<input type="checkbox"/>	P <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	P <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	P <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	P <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	P <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	P <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	P <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	P <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	P <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	P <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	P <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
DPI assegnati					
Caratteristiche		(f)			
Postazione dedicata: sì <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>					
Attrezzature/macchine assegnati in modo esclusivo: sì <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>					
Formazione specifica prevista: sì <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>					
Luoghi di accesso o transito frequente (con rif.)					

- (a) La denominazione deve essere definita in modo tale da descrivere ruoli omogenei dei lavoratori nel ciclo produttivo.
- (b) Predisposto per codifica gerarchica.
- (c) L'unità aziendale di riferimento è utile per condurre eventuali analisi a livello macroscopico.
- (d) In questa sezione vengono individuate le attività ordinarie svolte dagli addetti alla mansione, oggetto di successiva analisi dettagliata.
- (e) La raccolta di queste informazioni prima del sopralluogo è utile per i passaggi successivi, per valutarne l'efficacia sui rischi individuati.
- (f) Dati che permettono di definire l'adeguatezza delle misure adottate in un secondo momento.







Inventario sostanze pericolose			
Rif. luogo	Denominazione sostanza	Quantità	Attività che causa interazione
	⓵	⓶	⓷

Inventario macchine e impianti pericolosi			
Rif. luogo	Tipologia	Denominazione	Attività che causa interazione
	⓸	⓹	⓺

- ⓵ Preferibile indicare denominazione comune, oltre al nome commerciale.
- ⓶ Quantità mediamente presente nel luogo indicato.
- ⓷ Include attività che possono dare luogo ad interazione per causa accidentale.
- ⓸ Categoria di macchina (ad esempio miscelatore, trapano, ecc.).
- ⓹ Nome riportato sulla macchina (eventualmente inclusivo del nome del produttore).
- ⓺ Come nel caso precedente, devono essere incluse le presunte interazioni accidentali.

## A.2 Scheda di analisi per attività








<b>Attività</b>		<b>Rif.</b>	
Luogo		Rif.	
Descrizione			
Attrezzature impiegate			
Macchine impiegate			
Sostanze impiegate			
Rif. <b>a</b>	Agente <b>b</b>		
Scenario <b>c</b>	Danno <b>d</b>	Parametri <b>e</b>	
		Fe	1 0 2 0 3 0 4 0 5 0
		Fd	1 0 2 0 3 0 4 0 5 0
		Pr	1 0 2 0 3 0 4 0 5 0
		Av	1 0 3 0 5 0
		Se	1 0 2 0 3 0 4 0
Misure specifiche	Note		
Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			
Rif.	Agente		
Scenario	Danno	Parametri <b>f</b>	
		P	MI I P MP O O O O
		M	L M G O O O
Misure specifiche	Note		
Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			

- a**) Riferimento al singolo scenario di rischio. Per la codifica scelta in questo lavoro sono stati utilizzati come codici di riferimento quelli corrispondenti nella check-list riportata nella sezione A.3.
- b**) Agente materiale o chimico, o circostanza che determina il manifestarsi dello scenario.
- c**) Descrizione della dinamica considerata per l'evento o l'insorgere della malattia professionale.
- d**) Conseguenza più grave ragionevolmente prevedibile.
- e**) Individuazione dei valori per i parametri secondo lo strumento di analisi ibrido proposto.
- f**) Individuazione dei valori per i parametri secondo lo strumento di analisi matriciale tratto da BS 18004.


Rif.		Agente	
Scenario		Danno	
		Parametri <b>g</b>	
		P	MI I P MP O O O O
		M	L M G C O O O O
Misure specifiche	Note		
Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			
Rif.		Agente	
Scenario		Danno	
		Parametri <b>h</b>	
		S	1 <sup>o</sup> 2 <sup>o</sup>
		F	1 <sup>o</sup> 2 <sup>o</sup>
		P	1 <sup>o</sup> 2 <sup>o</sup>
Misure specifiche	Note		
Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			
Rif.		Agente	
Scenario		Danno	
		Parametri <b>i</b>	
		S	1 <sup>o</sup> 2 <sup>o</sup> 3 <sup>o</sup>
		F	1 <sup>o</sup> 2 <sup>o</sup>
		P	1 <sup>o</sup> 2 <sup>o</sup>
Misure specifiche	Note		
Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			


- g**) Individuazione dei valori per i parametri secondo lo strumento di analisi matriciale tratto da ISO TR 14121-2.
- h**) Individuazione dei valori per i parametri secondo lo strumento di analisi grafico tratto da ISO 13849.
- i**) Individuazione dei valori per i parametri secondo lo strumento di analisi grafico proposto.


### A.3 Check-list per l'identificazione di fonti di rischio


Fonti			Fattore di rischio		Presenza	
			#	Descrizione		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LL01 Luoghi Lavoro	Stabilità e solidità delle strutture (possibilità di cedimento per eventi esterni come urti)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LL02	Spazio di lavoro non adeguato (dimensione, affollamento, clima, ...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LL03	Superfici dei piani di calpestio non adeguate (disomogenee, scivolose), presenza di disordine, accumulo di materiale a terra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LL04	Caduta dall'alto (rampe di carico, banchine, solai non calpestabili o lucernari accessibili, ...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LL05	Traffico su vie di circolazione interne ed esterne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LL06	Superfici delle vie di circolazione non adeguate, presenza di disordine, accumulo di materiale a terra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LL07	Stoccaggio di materiale lungo le vie di circolazione (possibile caduta, ribaltamento, ...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LL08	Scale fisse non adeguate (caduta, difficoltà d'esodo, ...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LL09	Vie di esodo non fruibili	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LL10	Porte, portoni e serramenti non adeguati	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LL11	Spazi di lavoro all'aperto, spazi di transito parzialmente o completamente all'esterno (sbalzi di temperatura, esposizione ad agenti atmosferici, ...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LL12	 Condizioni microclimatiche non confortevoli (ventilazione, condizionamento, ...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LL13	 Illuminazione (naturale e/o artificiale) non adeguata, incl. effetti stroboscopici	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LL14	 Ambienti confinati o a sospetto rischio di formazione atmosfera pericolosa (rischio di caduta, seppellimento, asfissia, contaminazione da agenti biologici, incendio, esplosione, ...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LL15	Luoghi conduttori ristretti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LL16	Lavoro in quota	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IS01 Impianti Servizio	Impianti di produzione e/o distribuzione energia elettrica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IS02	Impianti elettronici, impianti di telecomunicazione, dispositivi RF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IS03	Impianti di climatizzazione e condizionamento (rischi dovuti ad alimentazione, fluidi impiegati, circolo aria, ...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IS04	Impianti idrici	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>


 = rilievo diretto

 = documentazione precedente

 = intervista a lavoratori/preposti


 = presente in condizioni ordinarie

 = presente in condizioni straordinarie


 = rischi derivanti valutabili con strumenti normati


Fonti			Fattore di rischio		Presenza	
			#	Descrizione		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IS05	Impianti di distribuzione o utilizzazione gas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IS06	Impianti di sollevamento adibiti a trasporto persone	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IM01 Impianti Macchine	Apparecchi e impianti in pressione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IM02	Impianti e apparecchi termici fissi per riscaldamento o raffreddamento (rischi dovuti ad alimentazione, fluidi impiegati, circolo aria, temperature estreme, ...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IM03	Macchine ed insiemi di macchine per operazioni di manifattura, confezionamento, imballo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IM04	Impianti di sollevamento adibiti a trasporto e movimentazione di materiali, automatici e non	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IM05	Impianti di aspirazione, trattamento e depurazione aria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IM06	 Serbatoi o distributori di combustibile liquido fuori terra a pressione atmosferica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IM07	 Serbatoi o distributori di combustibile liquido interrati a pressione atmosferica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IM08	 Serbatoi o distributori di gas combustibile in pressione, liquefatto o non, interrato o fuori terra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AL01 Attrezz Lavoro	Utilizzo scale portatili	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AL02	Attrezzature da ufficio, audiovisive, attrezzature ed apparecchi elettronici per misure	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AL03	Utensili manuali	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AL04	Utensili portatili a motore elettrico o a scoppio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AL05	Apparecchi portatili per saldatura o brasatura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AL06	Elettrodomestici portatili e/o trasportabili	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AL07	Organi di collegamento elettrico mobili	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AL08	Apparecchi di illuminazione portatili	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AL09	Gruppi elettrogeni trasportabili	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AL10	Attrezzature in pressione trasportabili	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

 = rilievo diretto

















 = documentazione precedente

 = intervista a lavoratori/preposti


 = presente in condizioni ordinarie

 = presente in condizioni straordinarie


 = rischi derivanti valutabili con strumenti normati

Fonti			Fattore di rischio		Presenza	
			#	Descrizione		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AL11	Apparecchi elettromedicali e affini	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AL12	Macchine da cantiere	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AL13	Macchine agricole	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AL14	Carrelli industriali motorizzati	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AL15	Mezzi adibiti a trasporto merci	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AL16	Mezzi adibiti a trasporto persone	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VDT	 Lavoro al videoterminale per un tempo $\geq 20$ ore settimanali	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AF01 Agenti Fisici	 Rumore	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AF02	Sorgenti di infrasuoni o ultrasuoni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AF03	 Vibrazioni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AF04	 Campi elettromagnetici	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AF05	 Radiazioni ottiche artificiali	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AF06	 Radiazioni ionizzanti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AF07	 Ambienti con condizioni microclimatiche severe (iperbariche, temperature ambientali severe, ...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PF01 Polveri Fibre	 Amianto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PF02	Silice cristallina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PF03	Polveri o fibre naturali e sintetiche in sospensione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PF04	Altre polveri inerti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AC01 Agenti Chimici	 Sostanze chimiche non volatili	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AC02	 Sostanze chimiche volatili (incluso sviluppo polveri non chimicamente inerti)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ACM	 Agenti cancerogeni e mutageni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

 = rilievo diretto

 = documentazione precedente




 = intervista a lavoratori/preposti

 = presente in condizioni ordinarie


 = presente in condizioni straordinarie


 = rischi derivanti valutabili con strumenti normati





Fonti			Fattore di rischio		Presenza	
			#	Descrizione		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AB01	 Agenti biologici (contatto diretto, ingestione, inalazione)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AB02	 Agenti biologici (contatto con flora o fauna pericolosa)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	EX01	 Formazione atmosfere esplosive	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	EX02	Presenza o impiego di sostanze o miscele esplosive	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	RI01	 Incendio (compresenza di combustibili, comburenti e potenziali fonti di innesco)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	RI02	Formazione di atmosfere arricchite d'ossigeno	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	RA01 Rischi Aggravati	Lavoro notturno	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	RA02	Lavoro solitario (difficoltà/mancanza di soccorso, mancanza di supervisione, ...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	RRP Rischio Relazione Pubblico	Attività a contatto con il pubblico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SLC	 Stress lavoro-correlato	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ER01 Rischi Ergonomici	 Movimentazione manuale di carichi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ER02	 Movimenti ripetitivi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ER03	Posture incongrue	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	RE01 Rischi Elettrici	 Lavori elettrici	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	RE02	 Lavori in prossimità di parti attive di linee o impianti elettrici (inclusa manovra in cabina elettrica)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	DPI	DPI poco confortevoli o non ottimali per le attività previste dalla mansione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ATM	Scariche atmosferiche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ECC	Altri eventi eccezionali (sisma, allagamento, ...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CL01 Comfort Lavoratore	Locali di riposo e refezione non adeguati/ non adeguatamente equipaggiati	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CL02	Spogliatoi e armadi per il vestiario non adeguati/ non adeguatamente separati	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>


 = rilievo diretto






 = documentazione precedente




 = intervista a lavoratori/preposti




 = presente in condizioni ordinarie

 = presente in condizioni straordinarie

 = rischi derivanti valutabili con strumenti normati

Fonti			Fattore di rischio		Presenza	
			#	Descrizione		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CL03	Servizi igienici non adeguati	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AA01		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

 = rilievo diretto  
 = documentazione precedente  
 = intervista a lavoratori/preposti

 = presente in condizioni ordinarie  
 = presente in condizioni straordinarie  
 = rischi derivanti valutabili con strumenti normati

# Elenco delle tabelle

1.1	Confronto tra le fasi definite da varie norme per la valutazione del rischio . . . . .	8
1.2	Elenco dei rischi normati . . . . .	15
3.1	Definizione dei livelli di gravità del danno (strumento di analisi da BS 18004) . . . . .	28
3.2	Definizione dei livelli di probabilità del danno (strumento di analisi da BS 18004) . . . . .	28
3.3	Matrice di rischio (strumento di analisi da BS 18004) . . . . .	29
3.4	Definizione dei livelli di gravità del danno (strumento di analisi matriciale da ISO/TR 14121-2) . . . . .	29
3.5	Definizione dei livelli di probabilità (strumento di analisi matriciale da ISO/TR 14121-2)	30
3.6	Tabella di equivalenza tra le probabilità definite da BS 18004 e strumento matriciale da ISO TR 14121-2 . . . . .	30
3.7	Matrice di rischio (strumento matriciale da ISO/TR 14121-2) . . . . .	31
3.8	Strumento ibrido da ISO TR 14121-2, definizione del parametro Se . . . . .	31
3.9	Strumento ibrido da ISO TR 14121-2, definizione del parametro Fr . . . . .	32
3.10	Strumento ibrido da ISO TR 14121-2, definizione del parametro Pr . . . . .	33
3.11	Strumento ibrido da ISO TR 14121-2, definizione del parametro Av . . . . .	33
3.12	Matrice di rischio dello strumento ibrido secondo ISO/TR 14121-2. . . . .	33
3.13	Strumento ibrido variante, definizione del parametro Se . . . . .	34
3.14	Strumento ibrido variante, definizione del parametro Fe . . . . .	35
3.15	Strumento ibrido variante, definizione del parametro Fd . . . . .	35
3.16	Strumento ibrido variante, definizione del parametro Pr . . . . .	36
3.17	Strumento ibrido variante, definizione del parametro Av . . . . .	36
3.18	Matrice di rischio proposta per la variante allo strumento ibrido . . . . .	37
3.19	Definizioni della severità per lo strumento grafico da ISO 13849 . . . . .	37
3.20	Definizioni della frequenza per lo strumento grafico da ISO 13849 . . . . .	38
3.21	Definizioni della possibilità di evitare il danno per lo strumento grafico da ISO 13849 . . . . .	38
3.22	Matrice di rischio equivalente allo strumento grafico da ISO 13849 . . . . .	39
3.23	Definizioni della severità per la variante proposta allo strumento grafico . . . . .	40
3.24	Matrice di rischio equivalente allo strumento grafico variante . . . . .	41
3.25	Determinazione dell'accettabilità dei livelli di rischio (BS 18004) . . . . .	42
3.26	Tabelle riassuntive dei risultati ottenuti dall'analisi preliminare . . . . .	47
3.27	Sintesi dei risultati dell'analisi preliminare per i rischi di natura elettrica . . . . .	50
3.28	Sintesi dei risultati dell'analisi preliminare per i rischi da attività di magazzino . . . . .	51
3.29	Sintesi dei risultati dell'analisi preliminare per i rischi da attività di produzione . . . . .	51
3.30	Sintesi dei risultati dell'analisi preliminare per i rischi del personale viaggiante . . . . .	52
3.31	Sintesi dei risultati dell'analisi preliminare per i rischi del personale impiegato . . . . .	52
4.1	Tabella riassuntiva dei risultati ottenuti dall'applicazione sperimentale . . . . .	70
4.2	Tabelle riassuntive dei risultati ottenuti dall'analisi sperimentale delle aziende campione	72
4.3	Sintesi dei risultati ottenuti dell'analisi delle aziende campione per attività di magazzino	75
4.4	Sintesi dei risultati ottenuti dell'analisi delle aziende campione per attività di produzione	75

---

4.5	Dati ottenuti dal registro infortuni – azienda A . . . . .	77
-----	--	----

# Elenco delle figure

3.1	Grafico dello strumento grafico tratto dalla norma ISO 13849 . . . . .	38
3.2	Grafico della variante proposta allo strumento grafico da ISO 13849 . . . . .	40
3.3	Estratto di un file di input per gli <i>script</i> di calcolo, versione per la variante allo strumento grafico . . . . .	45
3.4	Distribuzione dei risultati ottenuti dall'indagine preliminare – strumenti da BS 18004 e ISO 13849 . . . . .	46
3.5	Distribuzione dei risultati ottenuti dall'indagine preliminare – strumenti da ISO TR 14121-2, ibrido variante, grafico variante . . . . .	49
4.1	Distribuzione dei risultati ottenuti dal campione per l'indagine sperimentale – strumenti da BS 18004 e da ISO 13849 . . . . .	71
4.2	Distribuzione dei risultati ottenuti dal campione per l'indagine sperimentale – strumenti da ISO TR 14121-2, ibrido variante e grafico variante . . . . .	73



# Bibliografia

1. D. Lgs. 9 aprile 2008, n.81 e ss. mm. ii. *Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro*. Gazzetta Ufficiale Serie Generale n. 101 del 30 aprile 2008 – Supplemento Ordinario n. 108.
2. Cassazione Sez. QUARTA PENALE. *Sentenza n. 4706 del 31/01/2017* <http://www.italgiure.giustizia.it/sncass/>.
3. Cassazione Sez. QUARTA PENALE. *Sentenza n. 29497 del 28/06/2018* <http://www.italgiure.giustizia.it/sncass/>.
4. Cassazione Sez. QUARTA PENALE. *Sentenza n. 37412 del 27/07/2017* <http://www.italgiure.giustizia.it/sncass/>.
5. ISO Guide 73:2009. *Risk management – Vocabulary* Guide (International Organization for Standardization).
6. ISO/IEC Guide 51:2014. *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards* Guide (International Organization for Standardization).
7. BS OHSAS 18001:2007. *Occupational health and safety management systems – Requirements* Standard (The British Standards Institution).
8. ISO 45001:2018. *Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use* Standard (International Organization for Standardization).
9. BS 8800:2004. *Occupational health and safety management systems. Guide* Standard (The British Standards Institution).
10. BS 18004:2008. *Guide to achieving effective occupational health and safety performance* Standard (The British Standards Institution).
11. ISO 31000:2018. *Risk management – Guidelines* Standard (International Organization for Standardization).
12. ISO 12100:2010. *Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction* Standard (International Organization for Standardization).

13. UNI ISO/TR 14121-2:2013. *Sicurezza del macchinario – Valutazione del rischio – Parte 2: Guida pratica ed esempi di metodi* Rapporto Tecnico (UNI Ente nazionale italiano di unificazione).
14. ISO 13849-1:2015. *Safety of machinery – Safety related parts of control systems – Part 1: General principles for design* Rapporto Tecnico (International Organization for Standardization).
15. Chinniah, Y., Gauthier, F., Lambert, S. & Moulet, F. *Experimental Analysis of Tools Used for Estimating Risk Associated with Industrial Machines* Report (IRRST Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, 2011).
16. Gauthier, F., Chinniah, Y., Burlet-Vienney, D., Aucourt, B. & Larouche, S. *Hands-On Experimentation with Risk Estimation Parameters and Tools* Report (IRRST Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, 2017).
17. Hubbard, D. & Evans, D. Problems with scoring methods and ordinal scales in risk assessment. *IBM Journal of Research and Development* **54** (2010).
18. Mosteller, F. & Youtz, C. Quantifying Probabilistic Expressions. *Statistical Science* **5** (1990).
19. Duijm, N. J. Recommendations on the use and design of risk matrices. *Safety Science* **76** (2015).
20. Anthony (Tony) Cox, L. What’s Wrong with Risk Matrices? *Risk Analysis* **28** (2008).
21. Aven, T. A risk concept applicable for both probabilistic and non-probabilistic perspectives. *Safety Science* **49** (2011).
22. IEC/ISO 31010:2009. *Risk management – Risk assessment techniques* Standard (International Electrotechnical Commission, International Organization for Standardization).