POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

SVILUPPO E RISULTATI DI UNA METODICA COMPUTER ASSISTITA PER L'ANALISI APPROFONDITA DI EVENTI INFORTUNISTICI LAVORO CORRELATI

Original
SVILUPPO E RISULTATI DI UNA METODICA COMPUTER ASSISTITA PER L'ANALISI APPROFONDITA DI EVENTI INFORTUNISTICI LAVORO CORRELATI / R., L., Maida, L.M.T., Monai, L., Patrucco, M.. - STAMPA. - 1:(2014), pp. 51-58. (8° seminario CONTARP - dalla valutazione alla gestione del rischio. Strategie per la salute e la sicurezza sul lavoro Roma 27-29 novembre 2013).

Availability:
This version is available at: 11583/2535293 since:

Publisher:
Inail - CONTARP - Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione

Published
DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

06 October 2026

SVILUPPO E RISULTATI DI UNA METODICA COMPUTER ASSISTITA PER L'ANALISI APPROFONDITA DI EVENTI INFORTUNISTICI LAVORO CORRELATI

R. LUZZI[1], L. MAIDA[2], L. MONAI[2], M. PATRUCCO[2]

[1]CONTARP Piemonte
[2]Dipartimento Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture, Politecnico di Torino

RIASSUNTO

In Italia si deve tutt'ora registrare un elevato numero di eventi mortali lavoro correlati, per la stragrande maggioranza in contesti non ascrivibili a scenari di incidente rilevante, e raramente associabili a guasto di impianti ed attrezzature correttamente scelti, usati e mantenuti.
Un approccio efficace di prevenzione non può che fare riferimento all'analisi dei dati storici, ad integrazione della quale occorre peraltro disporre di una metodica di analisi della catena di eventi casuali dell'incidente formalizzata e priva di deviazioni valutative soggettive. Il modello originale di cui si riferisce si fonda su casi caratterizzati da informazioni approfondite acquisite in ambito di accertamenti tecnici a fini di giustizia. Esso si propone come valido riferimento nelle valutazioni sino alle cause prime dell'evento, lungo tutta la *catena incidentale*, e consente la revisione critica della valutazione e gestione proattiva dei rischi.

SUMMARY

A concerning number of work-related fatalities is still recorded in Italy, the vast majority in contexts not attributable to major-accident scenarios, and rarely due to failure of properly selected, used and maintained fittings and equipment.
An effective approach for the accident prevention can refer to data bases, but for in deep analysis, the causal chain of events should be analyzed without subjective judgment or hasty evaluations. The original model here discussed was developed from events where detailed information was available within Prosecutor investigations. Widely tested, the model proved to be an effective reference for the analyst's evaluations along the *causal chain of events* up to very the root causes, and to define corrective measures suitable to interrupt the events chain.

1. IL CONTESTO CONSIDERATO

In Italia, nonostante l'ormai non recente recepimento delle Direttive Europee ed i progressi della tecnica e delle conoscenze, la situazione infortunistica lavoro correlata – tutt'oggi certamente critica – risulta prevalentemente connessa con scenari di deviazione in situazioni lavorative "normali", data la limitata presenza (circa il 5 %) di attività "a rischio di incidente rilevante (d.lgs.334/99)".
Ciò semplifica le cose quando ci si propone di pervenire, in base a dati sugli eventi infortunistici, alla messa a punto di Indici di Attenzione (CPT & Inail, 2009): si può, con le dovute cautele, far riferimento a dati storici secondo il noto approccio del "triangolo della sicurezza" (Heinrich, 1931): la disponibilità di banche dati quali quella di Inail costituisce riferimento prezioso, e non mancano in letteratura esempi di elaborazioni avanzate (Demichela et al., 2009, 2011). Sempre in base ad analisi di dati storici, si può inoltre affermare che la quasi totalità degli eventi incidentali associati a impianti ed attrezzature è imputabile vetustà, cattiva manutenzione od utilizzi impropri (Luzzi et al., 2013, Camisassi et al., 2006) ([1]).

[1] immediatamente dopo l'emanazione della dir. EEC 89/392 o del suo recepimento nel d.p.r.459/96 la marcatura, se corretta, costituiva riferimento forte di presunzione di sicurezza; occorre ora considerare l'adeguamento al progresso.

2. CRITERIO DI QUANTIFICAZIONE E GESTIONE DEI RISCHI OCCUPAZIONALI

Su tali considerazioni si fonda l'approccio per la Valutazione e Gestione dei Rischi Occupazionali - coerente con i dettami delle vigenti normative ed i concetti di *Prevention through Design* del NIOSH, approvato da Safety and Health Commission for the Mining and Other Extractive Industries (SHCMOEI) (L.Faina et al., 1996-97), consolidato e validato anche al di fuori dello scenario originario. Il modello fa riferimento, per quanto riguarda l'errore umano ([2]), ai concetti sviluppati da Reason, 2000.

3. L'ANALISI APPROFONDITA DEGLI EVENTI

Per un uso evoluto della tecnica è necessaria anche una conoscenza della catena incidentale e delle cause prime all'origine degli infortuni. Si tratta di un compito impegnativo, che nessun database con fini statistici è da solo in grado di soddisfare: nelle situazioni di lavoro la catena di eventi interconnessi è così articolata che le criticità originarie più gravi possono risultare mascherate.

3.1 La logica del protocollo di indagine post-evento di un infortunio

Nell'affrontare l'analisi delle cause di un evento infortunistico esigenza prioritaria è la assoluta obiettività: un errore tipico è infatti il focalizzare l'attenzione su deviazioni comportamentali da parte delle vittime o di loro colleghi. I vincoli di rigorosità, esaustività ed obiettività di indagine impongono la messa a punto di rigorosi protocolli operativi: sulla scorta di esperienza maturata in analisi a fini di Giustizia è stata impostata una tecnica formalizzata in grado di "guidare" l'analista sia nella identificazione della catena di eventi causali, sia nell'individuare soluzioni di prevenzione, aspetto quest'ultimo prezioso ove correttamente esteso alla conduzione di attività assimilabili.

3.2 L'origine e lo sviluppo del protocollo

A seguito di una analisi preliminare sulle metodiche di conduzione degli studi retrospettivi ed a numerosi test (Demichela et al., 2011), si è optato per una evoluzione dedicata della tecnica Cause-Consequence Analysis, che, grazie alle potenzialità intrinseche di impostazione, può racchiudere anche formalmente le strutture Event Tree Analysis e Fault Tree Analysis (FTA), rendendo possibile lo sviluppo di percorsi simmetrici, consistenti in:

- ☆ analisi rigorosa ed obiettiva: a partire dall'evento risultante (danno alla vittima), si può tracciare passo passo l'albero degli eventi intermedi fino ad identificare univocamente gli eventi iniziatori e la loro collocazione nel processo di Valutazione e Gestione del Rischio;
- ☆ identificazione delle possibili azioni correttive applicabili risalendo lungo lo stesso albero. Come tipicamente in FTA, l'utilizzo di operatori booleani può qui costituire un aiuto prezioso per la individuazione dei percorsi critici, su cui prioritariamente allocare lo sforzo di prevenzione, e per la adozione delle eventuali ridondanze (Labagnara et al., 2011).

È stato quindi possibile stabilire un raccordo logico fra i principi di Gestione dei Rischi Occupazionali assunti come macro-aree di riferimento e le varie categorie di eventi iniziatori cui gli eventi intermedi nella catena delle cause possono essere ascritti (v. Tabella 1)

[2] ed in piena concordanza con gli approcci "sani" di *Behavior-Based Safety*, ovvero quelli che, come discusso al titolo 2, fanno riferimento a situazioni caratterizzate da Livello di frequenza attesa di accadimento ≤ 1.

Tabella 1 - Macro-aree di riferimento e categorie di eventi iniziatori

Macro aree di riferimento	Categorie cui ascrivere gli eventi iniziatori
▫ criticità tecniche ▫ criticità procedurali ▫ programmazione lavoro	*A.* Caratteristiche strutturali ed impiantistiche esterne/interne; *B.* Macchine, attrezzature ed opere provvisionali; *C.* Aspetti fisico-chimici, biologici dell'ambiente di lavoro; *D.* Aspetti fisiologici; *E.* Aspetti soggettivi ed ideologici; *F.* Definizione di procedure di lavoro; *G.* Interferenze di volumi funzionali.

In questo modo è stato possibile pervenire ad una struttura ad albero caratterizzata dalle seguenti peculiarità:

- ✓ all'interno dell'albero ogni serie di eventi, sotto forma di lista di eventi causali, è raggruppata in categorie di riferimento sequenziali, per procedere lungo l'albero sino agli eventi iniziatori;
- ✓ il numero delle categorie di eventi intermedi adottato è stato definito tramite sperimentazioni condotte su casi reali: lo schema proposto può costituire riferimento di sufficiente esaustività per eventi industriali e cantieristici;
- ✓ per le varie categorie di eventi costituenti la catena, iniziatori compresi, ci si riferisce a gruppi di voci pre-identificate, eliminando le possibilità di utilizzo arbitrario di definizioni e sinonimi da parte dell'analista.

Per le categorie si sono assunte liste elaborate da una disamina dei sistemi informatizzati curati da enti ed agenzie nazionali, europee e di vari paesi extraeuropei (v. Tabella 2).

Tabella 2 - Categorie di eventi, loro derivazione e possibili associazioni

categoria di eventi	riferimento da cui è stata elaborata la lista di eventi causali	numero di associazioni possibili
cause oggettive eventi direttamente ed univocamente associabili alla conseguenza dell'evento	classifica ESAW "contatto – modalità della lesione"	1 il referto medico può stabilire quale sia la causa nel caso
cause indirette di primo livello associabili alla categoria in cui rientra la causa oggettiva	classifica ESAW "deviazioni"	molteplici sovente in parte concomitanti, da selezionare caso per caso
cause indirette di secondo livello associabili alla categoria in cui rientrano le cause indirette di primo livello	elaborazione originale delle categorie di criticità associate agli eventi iniziatori	molteplici sovente in parte concomitanti, da selezionare caso per caso
eventi iniziatori (Root Causes)	elaborazione originale da test su una consistente casistica di eventi	molteplici come sopra
macro categorie di cause vi sono raggruppati gli eventi iniziatori	ricavate direttamente dai principi di gestione dei rischi occupazionali	3 anche concomitanti

Tale approccio è utile per l'implementazione in sistemi computer assistiti: l'analista può operare scelte univoche su menu a tendina.

Il sistema permette di inserire informazioni utili per la ricostruzione dell'evento, tra le quali

- ✓ numero di codice dell'incidente, data dell'evento, precedenti attività ispettive di Polizia Giudiziaria (PG) e risultanze se attinenti, ...;
- ✓ dati parte offesa: qualifica, mansione, esperienza, formazione,...;
- ✓ informazioni generali sull'incidente: luogo ed attività previste, causa diretta, ...;
- ✓ conseguenze: gravità, parti del corpo lese, soccorsi, ...;
- ✓ dati azienda, datore lavoro, codice attività, autorizzazioni / permessi se necessari, documentazione di sicurezza, ...;
- ✓ ulteriori informazioni: caratteristiche ambiente di lavoro, criticità interne/esterne, testimoni, annotazioni di PG;
- ✓ raccolta dati integrativi da parte del Tecnico incaricato: macchine coinvolte, caratteristiche impianti e sistemi di sicurezza, manutenzione, procedure, ...;

Permette inoltre di condurre l'analisi dell'evento secondo il protocollo di indagine post-evento descritto identificando delle possibili soluzioni di prevenzione e delle loro combinazioni, e valutazioni di efficacia attesa.

Quanto discusso è applicato a titolo di esempio al caso di un infortunio associato ad un'operazione di demolizione (v. Figura 1, e Tabella 3 e Tabella 4).

Figura 1: durante un'operazione di sbancamento si è verificato un distacco di blocchi che hanno provocato lo schiacciamento della cabina di un escavatore idraulico con martello demolitore: ripresa del luogo (a sx) e particolare della cabina (a dx)

Tabella 3: Protocollo generale di indagine

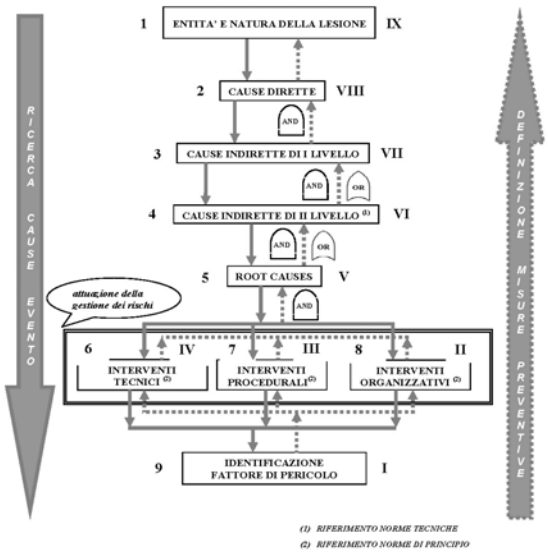
RICERCA CAUSE	DIAGRAMMA LOGICO	MISURE PREVENTIVE
1. conseguenze dell'infortunio		IX. Eventuale sistema di protezione (nel caso di soluzioni non adottabili)
2. causa oggettiva		VIII Controllo della gestione del rischio, Soluz. alternative e tecniche di miglioramento
3. cause indirette di I livello		VII
4. cause indirette di II livello		VI
5. eventi iniziatori		V Applicazione della gestione dei rischi
6. Criticità tecniche		IV Interventi tecnici
7. criticità organizzative		III interventi procedurali
8. criticità procedurali		II interventi organizzativi
9. Identificazione dei fattori di pericolo		I Applicazione di tecnica di H.I. adeguata al contesto-individuazione dei fattori di pericolo

Tabella 4: Modello applicativo della tecnica al caso di evento mortale

RICERCA CAUSE	MISURE PREVENTIVE
1. morte per schiacciamento	IX ev.sist.protezione passiva/attiva (nel caso data l'entita' della frana i dispositivi ROPS non avrebbero risolto il problema
2. distruzione cabina	VIII valutazione della scelta della soluzioni adottate;
3. caduta materiale roccioso	VII sbancamento dall'alto;
4.1 instab. gen. e locale fronte 4.2 operazione non prevista e conduzione non idonea 4.3 uso improprio macchina 4.4 nessuna informazione spe-cifica all'operatore	VI telecomando o noleggio macchina adatta;
5.1 macchine ed attrezzature 5.2 caratt. strutt. int. / est. 5.3 procedure / organizzaz.	V macchine ed attrezzature, caratteristiche strut. int. / est., procedure/organizzazione
6. macchina inadatta al lavoro	IV valutazione delle condizioni statiche del versante def. caratteristiche della macchina per agire sul versante macchina inadatta al lavoro
7. operazione non analizzata / no sistemi comunicaz.	III inform / form / add. supervisione / procedure adeguate
8. no supervisione / procedure carenti	II previsione ed analisi della operazione sistemi comunicazione
9. causa non prevista in H.I.	I tecnica di H.I. adeguata al contesto-

RICERCA CAUSE EVENTO

DEFINIZIONE MISURE PREVENTIVE

3.3 Conclusioni

Il metodo, attualmente sottoposto a test finali, ha già dimostrato considerevole efficacia, esaustività nei risultati e semplicità di impiego. Riguardo ai suggerimenti di prevenzione (tuttora in revisione per la versione informatizzata), la potenza del sistema crescerà incrementando la casistica inserita.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

CPT & Inail, La valutazione dei rischi nelle costruzioni edili, volume 3, 2009

Heinrich H. W.: Industrial accident prevention, McGrowHill, 1931,

Demichela M., Murè S.: Fuzzy Application Procedure (FAP) for the risk assessment of occupational accidents. Journal of loss prevention in the process industries, vol. 22 n. 5, 2009

Demichela M., Baldissone G., Murè S.: Advanced Tools for Occupational Accident Data Collection and Analysis. AR2TS , 2011.

Luzzi R., Maida L., Martinetti A., Patrucco M.: Information, Formation and Training for the Maintenance Operations: the Lesson Learned from Fatal Accidents 11th Int. Conf. ICHEAP, 2013.

Camisassi A., Cigna C., Nava S., Patrucco M., Savoca D.: Load and hauling machinery: an evaluation of the hazard involved as a basis for an effective risk evaluation, MPES, 2006.

Faina L., Patrucco M., Savoca D.: La valutazione dei rischi ed il documento di sicurezza e salute nelle attività estrattive a cielo aperto, Guidelines for risk assessment in Italian mines, Doc. 5619/96 EN - SHCMOEI, 1996., e Doc. 5619/1/96 EN - SHCMOEI, 1997.

Reason J.: Human error: Models and management, BMJ Volume 320, 2000 www.bmj.com

Demichela M., Monai L., Patrucco M.: La analisi approfondita degli eventi infortunistici quale essenziale strumento di prevenzione: un protocollo di indagine post-evento messo a punto a supporto dell'attività degli analisti, Ingegneria forense: metodologie, protocolli, casi studio, 2011

Labagnara D., Patrucco M., Sorlini A.: Aspetti tecnologici e di valutazione e gestione del rischio nei cantieri in sotterraneo, Ingegneria forense: metodologie, protocolli, casi studio, 2011