



CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI



Metodologie di analisi investigativa sugli incidenti ad impianti industriali e ad infrastrutture civili

Relatore: Ing. Diomede Malvaso
RINA CONSULTING SPA - Engineering
solutions – EOGRR Manager

CICLO DI CONVEGNI
IN MODALITÀ ON LINE
MODULO 1 - Lunedì 15 aprile 2024,
ore 15.00 - 18.00

Premessa

Presentazione RINA

(già Registro Italiano Navale ed Aeronautico)



Rina è una realtà italiana di interesse strategico che opera nel settore della ingegneria italiana ed internazionale dal 1861.

Segue breve presentazione istituzionale (10 min. circa)

Premessa

Presentazione relatore



**Ing. Diomede Malvaso Manager della Unità Operativa – Energy -Engineering Solutions-HSE Regulatory Compliance
RINA CONSULTING SPA - Rozzano Via Gran San Bernardo Palazzo R**

- **Ingegnere esperto membro comitato tecnico CEI CT64 Impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione**
- **Ingegnere esperto membro comitato tecnico CEI CT78 Lavori elettrici sotto tensione**
- **Già Consulente tecnico del tribunale di Torino**
- **ENI ITALIA Deleghe consulente INAIL/INPS/CIVA sicurezza impianti Dep. Comb. NORD-CENTRO-SUD**
- **Delega come consulente INAIL/INPS/CIVA sicurezza impianti Oleodotti Italiani di ENI**
- **Abilitazione INAIL consulente sicurezza impianti CIVA**
- **Ingegnere volontario della Protezione Civile campagna “FAST” nel 2017 terremoto Italia centrale**
- **Ingegnere esperto membro della 38° spedizione in Antartide nel 2022**
- **Brevetto BOSIET – OPITO per la sicurezza antincendio ed il primo soccorso off-shore**
- **Già Docente del politecnico di Torino (1998/2004 – Ing. Mecc. – Gestione del progetto – Titolare del corso)**
- **Membro di IPE 2016/19 (IPE - Ingegneri per l’Emergenza)**
- **Politecnico di Milano ingegneria meccanica 1984 - esame di stato abilitazione ingegnere Milano 1985.**
- **Professionista antincendio**
- **Ufficiale dei carabinieri in congedo**

Introduzione



Questo convegno on line si propone di illustrare le basi metodologiche utilizzate nella pratica professionale, sperimentata negli ultimi decenni in Italia ed in Europa, per la redazione di un rapporto incidentale. Verranno illustrate tutte le fasi di analisi inclusi i sopralluoghi in campo, la revisione del progetto, la valutazione delle procedure operative e di manutenzione e quant'altro richiesto dalle condizioni contingenti. A seguito di un incidente ad impianto industriale o ad infrastruttura civile è richiesto di redigere un'analisi investigativa per determinarne le cause. Lo scopo primario del processo investigativo è identificare la sequenza degli eventi sulla base di determinati fatti e testimonianze, e raccogliere tutti gli elementi che potrebbero concorrere ad individuare i possibili fattori causali. Inoltre si procederà alla descrizione delle opportune misure di salvaguardia per prevenire il ripetersi dell'accaduto.

Indice degli argomenti



MODULO 1:

Lunedì 15 aprile 2024, ore 15.00 - 18.00

ARGOMENTI:

Schema teorico ed operativo di investigazione

- Classificazione degli incidenti
- Ricerca delle cause di radice
- Metodi investigativi
- Revisione del progetto
- Albero dei guasti
- Osservazioni e Misure sullo scenario
incidentale
- Reporting e follow-up.

MODULO 2

Lunedì 22 aprile 2024, ore 15.00 - 18.00

ARGOMENTI:

- Illustrazione di casi reali di investigazione su incidenti occorsi in diversi comparti industriali e civili con specifici riferimenti alle problematiche introdotte dalla transizione energetica

Abbreviazioni ed acronimi

Nel testo possono essere presenti abbreviazioni ed acronimi come da tabella a fianco con testo in inglese

ABBREVIATIONS AND ACRONYMS

EPG	Equipment Performance Gap
FAC	First Aid Case
FAR	Fatal Accident Rate
FLPPG	Front-Line Personnel Performance Gap
HRI	High Risk Incident
H&S	Health & Safety
HSE	Health, Safety and Environment
LTI	Lost Time Injuries/Incidents
LTIF	Lost Time Injury Frequency
LWDC	Lost Workday Case
LWD	Lost Workdays
MTC	Medical Treatment Case
O&M	Operation and Maintenance
PTD	Permanent Total Disability
RCFA	Root Cause Failure Analysis
RWC	Restricted Work Case
RWD	Restricted Workdays
SMP	Standard Maintenance Procedure
SOP	Standard Operating Procedure
TRIR	Total Recordable Injuries Rate

Schema teorico ed operativo di investigazione

Lo scopo principale della investigazione successiva ad un incidente sta nella identificazione della causa di radice.

È bene evidenziare che l'Investigazione viene effettuata per ottenere un miglioramento dell'impianto e non con l'intento di identificare il colpevole dell'accaduto.

La metodologia prevede l'esecuzione di un'indagine iniziale per classificare e definire il problema seguita da una serie di studi di dettaglio articolati secondo le necessità ed il campo applicativo.

L'indagine sull'incidente consente di determinare quali fattori hanno contribuito all'incidente, mentre l'analisi della causa principale consente di scoprire le cause sottostanti o sistemiche, piuttosto che quelle generali o contingenti, di un incidente.

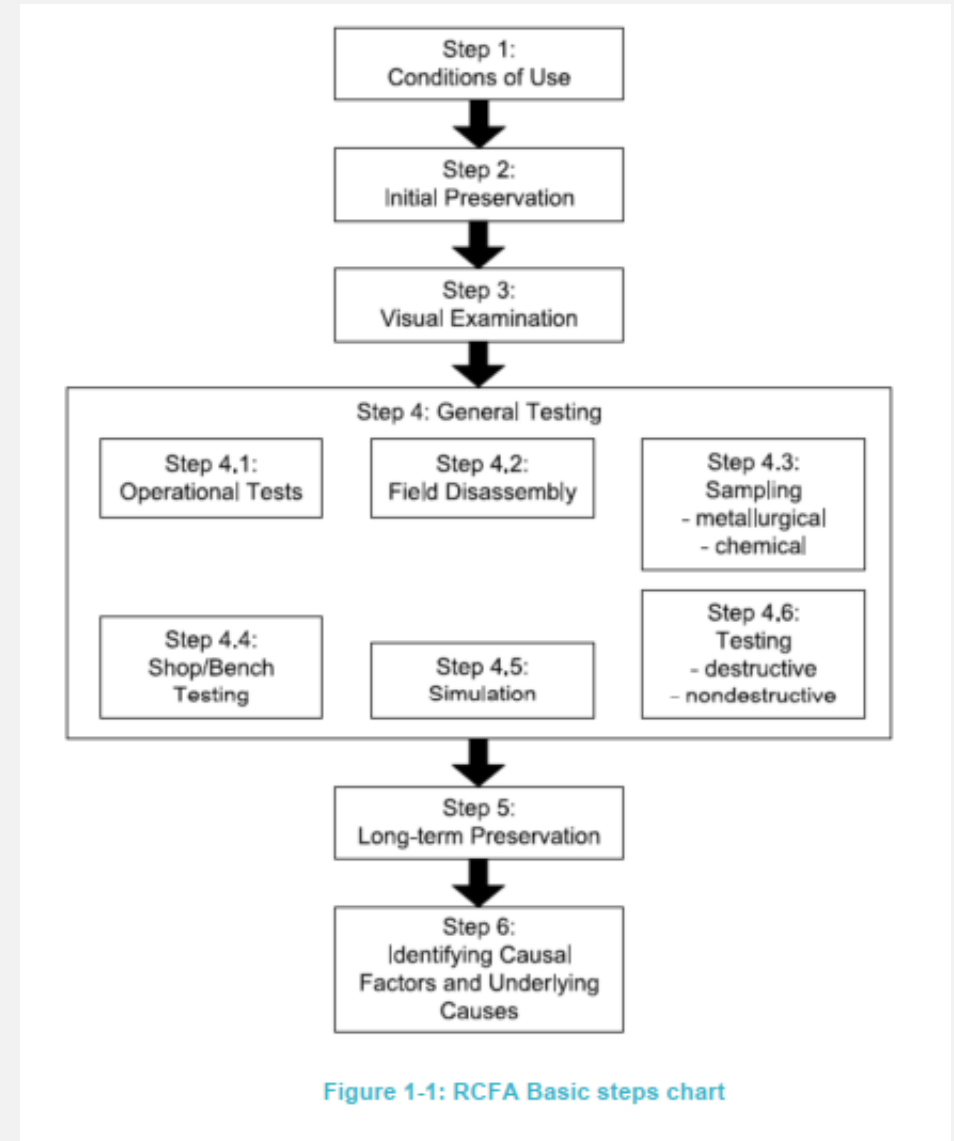


Figure 1-1: RCFA Basic steps chart

Definizioni



DANNI materiali: perdita o danno diretto a impianti, attrezzature, strumenti o materiali derivanti da un incidente.

FATTORE CAUSALE: EPG e FLPPG che hanno causato un incidente, consentito che si verificasse un incidente o consentito che le conseguenze dell'incidente fossero peggiori di quanto avrebbero potuto essere. I fattori causali sono le lacune nelle prestazioni delle attrezzature o del personale in prima linea. Un gap prestazionale è la differenza tra le prestazioni desiderate dell'attrezzatura o dell'uomo e le prestazioni effettive dell'attrezzatura o dell'uomo. Per un incidente tipico, ci sono molteplici fattori causali. I fattori causali vengono identificati durante la prima fase dell'analisi. Ogni fattore causale è un evento o una condizione che non vorremmo si verificasse mai più.

IMPATTO AMBIENTALE: L'impatto negativo sull'ambiente derivante da un incidente.

GAP DI PRESTAZIONE DELL'ATTREZZATURA (EPG): prestazioni dell'attrezzatura che si discostano dalle prestazioni desiderate. I guasti alle apparecchiature possono anche essere considerati come lacune prestazionali delle apparecchiature. Il gap prestazionale è la differenza tra le prestazioni desiderate dell'apparecchiatura (funzionante) e quelle effettive prestazioni dell'apparecchiatura (guasto). La definizione non si riferisce al mancato rispetto di quanto previsto, ma al mancato rispetto di quanto desiderato. Ciò significa che gli elementi possono funzionare come progettati e un EPG potrebbe ancora esistere se il design non è corretto.

ORE di perdita: il numero totale di ore di lavoro perse a causa dell'incidente, compresi gli straordinari retribuiti e la formazione, ma escluse le ferie, la malattia e le ore di straordinario non retribuite.

MORTE: Morti derivanti da infortunio sul lavoro o malattia professionale, indipendentemente dal tempo intercorso tra l'incidente che ha causato l'infortunio o l'esposizione o la malattia e la morte.

TASSO DI INFORTUNI MORTALI (FAR): Numero totale di vittime x 100.000.000/ore lavorate.

... Il totale degli infortuni registrabili è uguale a: (Decessi + LWDC+ RWDC +MTC)

Definizioni



INCENDI ED ESPLOSIONI: normalmente si intendono tutti gli incendi che hanno reso necessario l'uso di un estintore o di altri mezzi di estinzione, ad es. aspirare vapore, chiudere il carburante o interrompere l'alimentazione elettrica. Incendi senza fiamma visibile, ad es. Dovrebbe essere incluso anche l'isolamento imbevuto d'olio. Tutte le esplosioni infiammabili o le esplosioni da sovrappressione dovrebbero essere incluse, indipendentemente dall'entità del contenimento.

GAPS DI PRESTAZIONE DEL PERSONALE DI PRIMA LINEA (FLPPGS): prestazioni del personale di prima linea che si discostano dalla prestazione desiderata. Il divario prestazionale è la differenza tra la prestazione desiderata del personale in prima linea e la sua prestazione effettiva. Questa definizione non è l'incapacità di eseguire quanto indicato, ma l'incapacità di eseguire quanto desiderato. Un individuo può seguire la procedura in modo preciso e un FLPPG potrebbe ancora esistere perché l'individuo non ha funzionato come desiderato. In questa situazione, la procedura specifica un metodo errato per eseguire l'attività. Gli errori umani commessi dal personale in prima linea (operatori, meccanici, elettricisti, tecnici, ecc.) sono fattori causali (FLPPG). Le lacune prestazionali del personale riscontrate dal personale di supporto e di gestione sono etichettate come cause profonde.

CAUSA INTERMEDIA: una ragione di fondo per cui si è verificato un fattore causale, ma non è abbastanza profonda da costituire una causa principale. Le cause intermedie sono cause sottostanti che collegano fattori causali ed elementi degni di nota alle cause profonde.

PUNTO DI NOTA: Una carenza del sistema scoperta nel corso dell'indagine che non è direttamente correlata alla sequenza dell'incidente. Gli elementi degni di nota si trovano solitamente al livello del fattore causale o della causa intermedia. Gli elementi degni di nota sono simili ai risultati dell'audit. Se non corretti, ci aspettiamo che diventino causa di incidenti futuri. Le cause sottostanti e le raccomandazioni possono essere sviluppate per elementi degni di nota come parte dell'indagine.

EVENO DI PERDITA O CONDIZIONE DI PERDITA: la dichiarazione specifica della perdita risultante subita dal proprietario del sistema. Gli eventi di perdita sono dichiarazioni specifiche di perdita che compaiono su un grafico dei fattori causali, su una sequenza temporale e/o su un albero di causa ed effetto. Sono sviluppati dall'investigatore/dalla squadra investigativa per definire l'ambito dell'indagine o analisi. La perdita può essere espressa come un evento o come una condizione. Quando viene utilizzato un evento di perdita, descrive il verificarsi della perdita. Quando descritto come una condizione, descrive il risultato finale di una serie di eventi.

FREQUENZA DEGLI INFORTUNI CON TEMPO PERSO (LTIF): numero totale di infortuni con tempo perso x 1.000.000/ore lavorate annuali.

Numero totale di LTI = vittime + LWDC secondo la definizione IOGP di Lost Time Injury (LTI): un caso di morte o di perdita di una giornata lavorativa.

Il numero di LTI è la somma delle vittime e casi di giornate lavorative perse.

Definizioni



IMPATTO SULLA REPUTAZIONE: L'impatto negativo sulla reputazione aziendale derivante da un incidente. L'impatto negativo può assumere la forma di un'attenzione negativa da parte dei media, dei politici o dei gruppi d'azione, oppure della preoccupazione dell'opinione pubblica nei confronti delle attività aziendali.

CAUSE PRINCIPALI: carenze dei sistemi di gestione che consentono il verificarsi o l'esistenza dei fattori causali. Le lacune prestazionali del personale associate ai gruppi di supporto (ad esempio, ingegneria, magazzino, risorse umane) o al personale dirigente sono classificate come cause profonde (in contrapposizione ai fattori causali). Le cause profonde devono essere interne al controllo della gestione da affrontare. Per un tipico fattore causale, esistono da una a quattro cause principali. Le cause profonde sono solitamente tanto profonde quanto un tipico RCA si spingerà nel tentativo di identificare le cause alla base di un incidente. Potrebbero essere identificate e affrontate anche le questioni legate alla cultura organizzativa, ma la maggior parte delle RCA non arriva a questo livello perché è molto difficile sviluppare e implementare raccomandazioni efficaci a livello di cultura organizzativa.

INDICE DI GRAVITÀ (LDWC): numero totale di giorni lavorativi persi derivanti da LWDC x 1.000.000/totale ore uomo lavorate.

TASSO DI INFORTUNI REGISTRABILI TOTALI (TRIR): Totale infortuni registrabili x 1.000.000/ore lavorate annue³

ASSENZA TOTALE PER MALATTIA: Assenza dal lavoro per incapacità lavorativa dovuta a qualsiasi malattia e infortunio, lavorativo e non, espressa come percentuale del totale dei giorni lavorativi disponibili. Tutti gli altri casi di assenza come gravidanza, parto, congedi, formazione e seminari, non sono inclusi nella definizione di assenza.

ATTIVITÀ LAVORATIVE: quelle attività per le quali sono, o avrebbero dovuto essere presenti controlli direttivi. Gli infortuni che si verificano nel corso di attività lavorative sono infortuni sul lavoro.

Classificazione dell'incidente



Gli incidenti sono eventi o catene di eventi non pianificati o non controllati che hanno, o avrebbero potuto, provocare lesioni o malattie o danni al patrimonio, all'ambiente o alla reputazione.

Ogni incidente, anche quello con conseguenze minori, fornisce apprendimento, quindi la raccolta e l'analisi dei dati dagli incidenti è utile per evidenziare carenze e identificare misure di miglioramento della gestione della Salute e della Sicurezza.

Nelle sezioni seguenti vengono descritte le diverse categorie di eventi incidentali:

- Incidente con guasto o danneggiamento di apparecchiature/strutture
- Incidente con decadimento delle prestazioni attese degli impianti o delle strutture
- Incidente con INFORTUNIO

Importante distinguere tra evento e incidente e tra incidente ed infortunio.

Incidente con : Guasto o Danneggiamenti dei macchinari o delle installazioni o delle strutture.



Questa definizione di incidente comprende tutti gli eventi che comportano il guasto parziale o totale di una macchina o di un sistema di processo con un impatto grave e negativo sulle prestazioni dell'impianto.

Il guasto delle apparecchiature è uno degli incidenti più facili da classificare e spesso le modalità di guasto possono essere immediatamente identificate con ispezione visiva.

Per questo tipo di incidenti viene solitamente effettuata un'analisi per la ricerca della causa principale del guasto.

Incidente con : decadimento delle prestazioni impianti e /o strutture.



DECADIMENTO PRESTAZIONI FUNZIONALI

Alcuni eventi non comportano guasti catastrofici di sistemi critici dell'impianto o lesioni al personale, ma comportano deviazioni delle prestazioni del processo. Il risultato è un impatto negativo sulla performance finanziaria, quindi deve esserlo investigato anche se a volte la sorgente del problema non è evidente e il processo di indagine può essere più lungo difficile.

I problemi nella performance operativa ed economica sono identificati come problemi di performance del processo.

Decadimento prestazione economica

I problemi di rendimento economico sono quelli che comportano elevati costi di produzione o di manutenzione. La metodologia RCFA di ricerca della causa di radice del fallimento può essere utilizzata per isolare e correggere queste spese anomale controllabili.

Incidente con **INFORTUNIO**



Gli eventi che potrebbero potenzialmente danneggiare la salute del personale dovrebbero essere indagati in modo approfondito e risolti il più rapidamente possibile.

Di seguito vengono descritti alcuni esempi o problemi relativi alla salute.

Malattie

Per malattia professionale si intende qualsiasi condizione o disturbo anormale o qualsiasi evento mortale diverso da quello derivante da un infortuni sul lavoro, causati dall'esposizione a fattori ambientali associati all'occupazione. La malattia può essere causata da inalazione, assorbimento, ingestione o contatto diretto con il pericolo, nonché esposizione a rischi fisici e psicologici. Generalmente sarà il risultato di un'esposizione prolungata o ripetuta a fattori di rischio.

Lesioni - INFORTUNI

Una lesione è una condizione anomala o un disturbo di un individuo. Gli infortuni sono eventi che generano lesioni e includono casi come, ma non limitati a: taglio, frattura, distorsione o amputazione derivanti da una singola esposizione istantanea.

Incidente con **INFORTUNIO**

Caso con **PRIMO SOCCORSO**



Gli eventi che potrebbero potenzialmente danneggiare la salute del personale dovrebbero essere indagati in modo approfondito e risolti il più rapidamente possibile.

Di seguito vengono descritti alcuni esempi o problemi relativi alla salute.

Malattie

Per malattia professionale si intende qualsiasi condizione o disturbo anormale o qualsiasi evento mortale diverso da quello derivante da un infortuni sul lavoro, causati dall'esposizione a fattori ambientali associati all'occupazione. La malattia può essere causata da inalazione, assorbimento, ingestione o contatto diretto con il pericolo, nonché esposizione a rischi fisici e psicologici. Generalmente sarà il risultato di un'esposizione prolungata o ripetuta a fattori di rischio.

Lesioni - INFORTUNI

Una lesione è una condizione anomala o un disturbo di un individuo. Gli infortuni sono eventi che generano lesioni e includono casi come, ma non limitati a: taglio, frattura, distorsione o amputazione derivanti da una singola esposizione istantanea.

Incidente con INFORTUNIO

Caso con PRIMO SOCCORSO



Il caso di primo soccorso è generalmente definito come un incidente per il quale il trattamento della lesione risultante è limitato a uno o più dei 14 trattamenti specifici.

Questi sono:

1. Utilizzo di un farmaco senza prescrizione a dosaggio non soggetto a prescrizione (fare riferimento al rapporto IOGP n. 2015 SU, Sicurezza guida utente per il reporting dei dati);
2. Somministrazione delle vaccinazioni contro il tetano;
3. Pulire, sciacquare o immergere le ferite sulla superficie della pelle;
4. Utilizzo di coperture per ferite come bende, cerotti, garze, ecc., o utilizzo di bende a farfalla o Strisce sterili;
5. Utilizzo della terapia del caldo o del freddo;
6. Utilizzo di mezzi di sostegno non rigidi, quali bende elastiche, fasce dorsali non rigide, ecc.;

7. Utilizzo di dispositivi di immobilizzazione temporanea durante il trasporto di una vittima di un incidente (ad esempio stecche, imbracature, collari, schienali, ecc.);
8. Foratura di un'unghia o dell'unghia del piede per alleviare la pressione o drenaggio del liquido da una vescica;
9. Utilizzo di bende sugli occhi;
10. Rimozione di corpi estranei dall'occhio utilizzando solo l'irrigazione o un batuffolo di cotone;
11. Rimozione di schegge o materiale estraneo da aree diverse dall'occhio mediante irrigazione, pinzette, bastoncini di cotone o altri mezzi semplici;
12. Utilizzo delle protezioni per le dita;
13. Utilizzo dei massaggi;
14. Bere liquidi per alleviare lo stress da calore.

Incidente con INFORTUNIO

Caso con Trattamento Medico



Un incidente è classificato come Trattamento Medico (MT) quando la gestione e la cura del paziente devono essere affrontate l'infortunio va oltre il Pronto Soccorso (vedi 14 trattamenti di Pronto Soccorso elencati sopra) o i casi non sono gravi abbastanza da essere segnalati come casi mortali, casi di giornate lavorative perse o casi di giornate lavorative limitate, ma sono più gravi di che richiedono un semplice trattamento di primo soccorso

Quanto segue potrebbe non comportare alcun trattamento ma ai fini della classificazione della gravità, verrà segnalato come medico Trattamento:

- Qualsiasi perdita di coscienza;
- Ferite da punture di aghi e tagli provocati da oggetti appuntiti contaminati dal sangue di un'altra persona o altro materiale potenzialmente infetto;
- Perdita dell'udito professionale (reversibile e istantanea);
- Trasloco medico secondo gli standard governativi;

Il trattamento medico non comprende:

- Lo svolgimento di procedure diagnostiche, quali radiografie ed esami del sangue, inclusa la somministrazione di farmaci soggetti a prescrizione utilizzati esclusivamente a fini diagnostici (ad esempio colliri per dilatare le pupille);
- Visite a un medico o altro operatore sanitario autorizzato esclusivamente a scopo di osservazione o consulenza.

Incidente con INFORTUNIO

Caso con riduzione giornata lavorativa



Caso di giornata lavorativa ridotta (RWDC)

Per caso di giornata di lavoro ridotta si intende qualsiasi infortunio sul lavoro diverso dal caso di morte o di giornata lavorativa persa che abbia come conseguenze che la persona non sia idonea a svolgere pienamente il proprio compito regolare in qualsiasi giorno successivo all'infortunio sul lavoro.

Lavoro ridotto potrebbe essere:

- L'assegnazione ad un lavoro temporaneo;
- Lavoro part-time in corrispondenza del lavoro regolare;
- Lavorare a tempo pieno nel lavoro regolare ma non svolgere tutte le consuete mansioni del lavoro.

Laddove non venga svolto alcun lavoro significativo, l'incidente dovrebbe essere registrato come un caso di giornata lavorativa persa (LWDC).

Incidente con INFORTUNIO

Casi LWDC e LTI



Caso di giornata lavorativa persa (LWDC)

Qualsiasi infortunio sul lavoro, diverso da un infortunio mortale, che comporti l'inabilità al lavoro di una persona in qualsiasi giorno successivo al giorno dell'infortunio. Per “qualsiasi giorno” si intendono i giorni di riposo, i giorni del fine settimana, i giorni di ferie, i giorni pubblici di ferie o giorni successivi alla cessazione del rapporto di lavoro.

3.3.2.5 Incidente di riduzione orario (LTI)

Un caso di morte o di giornata lavorativa persa. Il numero di LTI è la somma dei decessi e dei casi di giornate lavorative perse (LWDC).

Incidente con **INFORTUNIO** Caso **FATALITA'**



Fatalità

Casi che coinvolgono una o più persone decedute a causa di un incidente lavorativo o di una malattia professionale.
Le morti “ritardate” che si verificano dopo l’incidente devono essere incluse se le morti sono il risultato diretto dell’incidente.

Esempio di morte ritardata: se un incendio uccide una persona sul colpo e una seconda muore tre settimane dopo a causa di un polmone danneggiato dall’incendio, entrambi dovranno essere denunciati.

In alcuni casi, un decesso ritardato si verifica nell’anno solare successivo all’incidente. Ad esempio, se l’incendio di cui sopra è avvenuto il 21 dicembre, la morte potrebbe verificarsi nel gennaio dell’anno successivo.

Tutti i decessi derivanti da un incidente dovrebbero essere inclusi nel rapporto per l’anno in cui si è verificato l’incidente.

Quasi INCIDENTE



Il quasi incidente è un evento o una catena di eventi non pianificati o non controllati che non hanno provocato lesioni registrabili o danno patrimoniale o danno ambientale ma aveva il potenziale per farlo in altre circostanze;

o un evento indesiderato che in circostanze leggermente diverse avrebbe potuto provocare danni a persone, danni a cose, attrezzature o ambiente o perdite di funzionalità.

HIPO – Incidente con potenzialità di gravi danni



Qualsiasi incidente o quasi incidente che avrebbe potuto realisticamente provocare uno o più decessi; o qualsiasi incidente o quasi incidente che, in altre circostanze, avrebbero potuto realisticamente provocare uno o più decessi; o un incidente o un quasi incidente, compreso un incidente di sicurezza, in cui l'esito più grave e probabile è un incidente grave.

HIPO correlato all'integrità

Un incidente in cui la causa principale sarebbe affrontata dallo standard di gestione dell'integrità strutturale e esiste danno effettivo o potenziale alle persone o all'ambiente, tra cui:

- Perdita o potenziale perdita del contenimento primario di un serbatoio;
- Guasto di un sistema ingegnerizzato (compresi quelli meccanici, elettrici, strutturali, di sollevamento, di processo o di processo controllo e sistemi/dispositivi di protezione).

Incidente con violazione regolamentale



Un evento che comporta violazioni di prescrizioni regolamentali (Leggi o decreti o regolamenti) che può avere un potenziale impatto sulla sicurezza dei lavoratori, sull'ambiente, o sulle operatività funzionali dell'impianto o della infrastruttura.

Questo tipo di incidente, come il rischio di sversamenti, dovrebbe essere tempestivamente indagato e risolto.



CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI **INGEGNERI**



Procedura di analisi della causa di radice di un guasto

**(RCA – Root Cause
Analysis)**

PROCEDURA DI ANALISI DELLA CAUSA RADICE DEL GUASTO



PROCEDURA DI ANALISI DELLA CAUSA RADICE DEL GUASTO

La Root Cause Failure Analysis è un processo complesso di indagine che permette di individuare una o più root cause di un guasto dell'apparecchiatura o del sistema e di utilizzare tali informazioni per delineare azioni correttive e/o preventive.

Il processo può essere riassunto in tre fasi principali:

1. **Fase di raccolta**, in cui viene definito il problema e vengono raccolti tutti i dati rilevanti;
2. **Fase di analisi**, in cui vengono identificate tutte le cause del problema;
3. **Fase di soluzione**, in cui vengono definite le misure correttive e/o preventive.

Una descrizione dettagliata dell'analisi della causa principale del guasto è fornita nelle sezioni seguenti. Il completo Lo schema della procedura RCFA è riportato nella seguente Figura 4-1.

PROCEDURA DI ANALISI DELLA CAUSA RADICE DEL GUASTO – Schema RCFA

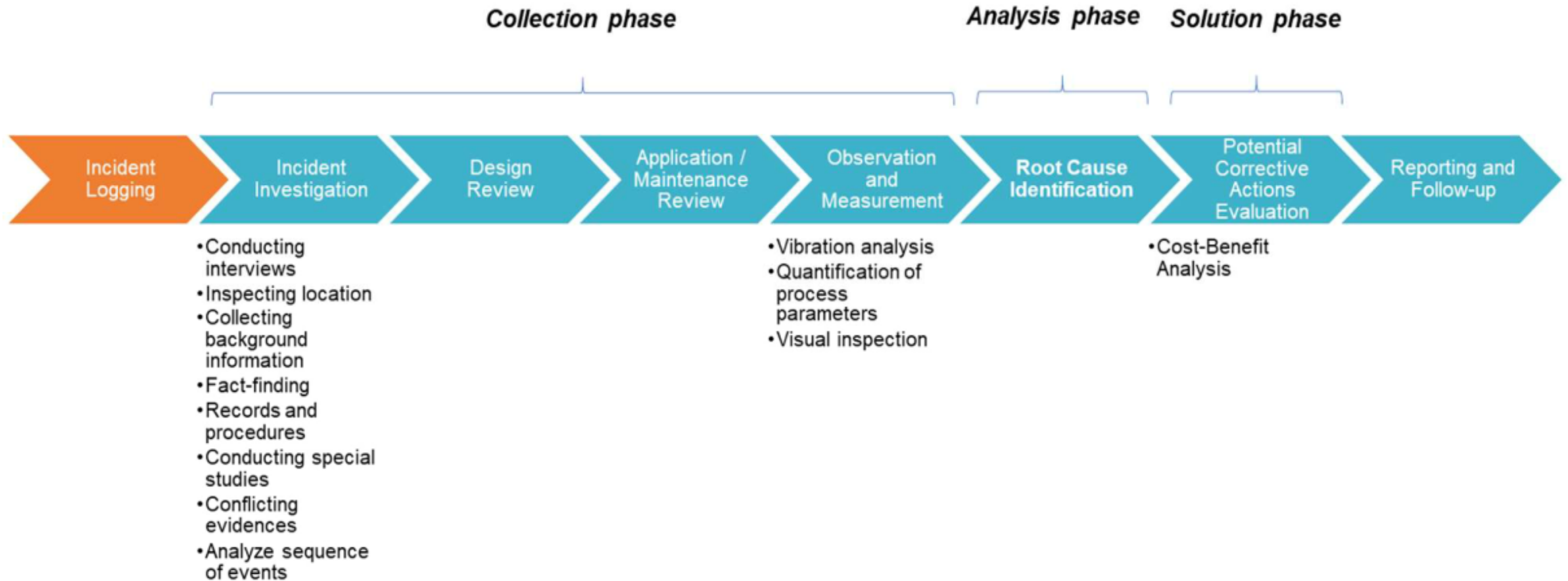


Figure 4-1: Root Cause Failure Analysis procedure

Applicabilità



APPLICABILITÀ

La Root Cause Failure Analysis è un processo investigativo approfondito con elevati costi associati, quindi sono necessarie accurate valutazioni per capire se tale metodo è adeguato al caso specifico da valutare.

Un'analisi completa dovrebbe essere considerata solo se l'evento può essere completamente classificato e definito attraverso l'iniziale fase di indagine e sembra che sia possibile trovare una soluzione economicamente vantaggiosa.

In genere, l'analisi non viene eseguita su problemi che risultano essere eventi casuali e non ricorrenti.

La tabella seguente consente di determinare il livello di indagine appropriato per l'evento avverso.

Nella valutazione qualitativa devono essere considerate le peggiori conseguenze potenziali dell'evento accidentale (ad es. il crollo dell'impalcatura potrebbe non aver causato lesioni ma se si ripete potrebbe causare lesioni gravi o mortali).

Matrice del livello di approfondimento della investigazione



Probabilità di ripetizione	Peggior conseguenza potenziale di un evento avverso			
	Lieve	Seria	Grave	Fatale
Certa	BASSO	MEDIO	ALTO	ALTO
Probabile	BASSO	MEDIO	ALTO	ALTO
Possibile	BASSO	MEDIO	ALTO	ALTO
Improbabile	MINIMO	BASSO	MEDIO	ALTO
Rara	MINIMO	BASSO	MEDIO	ALTO

Matrice del livello di approfondimento della investigazione



Livello di investigazione	<h2>Descrizione</h2>
MINIMO	Il supervisore competente esaminerà le circostanze dell'evento e cercherà di apprendere conoscenze che possano prevenire eventi futuri.
BASSO	Breve indagine da parte del supervisore o del manager di linea competente sulle circostanze e sulle cause immediate, sottostanti e di radice dell'evento avverso, per cercare di prevenire il ripetersi e per apprendere eventuali lezioni generali.
MEDIO	Comporterà un'indagine più dettagliata da parte del supervisore o del manager di linea pertinente, del consulente per la salute e la sicurezza e dei rappresentanti dei lavoratori e cercherà le cause immediate, sottostanti e di radice.
ALTO	Si costituisce un comitato di indagine, che coinvolgerà supervisori o manager di linea, consulenti per la salute e la sicurezza e rappresentanti dei lavoratori. Sarà condotta sotto la supervisione del senior management o dei direttori e cercherà le cause immediate, sottostanti e profonde, sarà attivata e approvata dal datore di lavoro.

INIZIO della Investigazione



La Azienda dovrebbe disporre di sistemi efficaci per prevenire il verificarsi di incidenti. Ciò dovrebbe ridurre al minimo le perdite dell'organizzazione. Tuttavia, indipendentemente dall'impegno profuso nella prevenzione degli incidenti, alcuni incidenti continueranno a verificarsi. Una volta che si è verificato un incidente, avviare tempestivamente il processo di indagine aumenterà l'efficienza e l'efficacia dell'analisi.

L'avvio di un'indagine o di un'analisi comporta numerose attività, che sono elencate e brevemente descritte di seguito:

- **Notifica** – Il primo passo è la notifica iniziale che si è verificato un incidente o un problema. Nella maggior parte dei casi la comunicazione è una descrizione molto breve di quanto percepito e osservato da chi segnala il problema;
- **Attività di risposta all'emergenza e attività di risposta immediata** – Una volta verificatosi l'evento accidentale, potrebbero essere necessarie tempestive azioni di emergenza per limitare danni e perdite e mettere in sicurezza l'area;
- **Inizio dell'indagine** - In generale, gli eventi avversi dovrebbero essere indagati e analizzati il prima possibile. Questa non è semplicemente una buona pratica; è buon senso: la memoria è migliore e la motivazione massima subito dopo un evento avverso;
- **Rapporti iniziali sugli incidenti e richieste di azioni correttive** – I dettagli dell'incidente devono essere tempestivamente raccolti al fine di avere informazioni utili per le successive attività di indagine;
- **Classificazione dell'incidente** - Una volta segnalato l'incidente, questo dovrà essere identificato e classificato. Le classificazioni dei problemi più comuni sono danni o guasti alle apparecchiature, prestazioni operative, prestazioni economiche, sicurezza e conformità normativa;
- **Compiti di gestione dell'indagine** – Ciascun membro nel comitato investigativo ha un ruolo e compiti specifici nel processo investigativo, che devono essere chiaramente definiti prima dell'inizio dell'indagine;
- **Formazione del COMITATO d'Indagine** – I membri della squadra investigativa dovrebbero avere una conoscenza dettagliata delle attività lavorative coinvolte e dovrebbero avere familiarità con le buone pratiche, gli standard e i requisiti legali in materia di salute e sicurezza. La squadra investigativa deve includere persone dotate delle necessarie capacità investigative (ad esempio raccolta di informazioni, interviste, valutazione e analisi). Inoltre, la squadra investigativa sarà guidata o riferirà direttamente a qualcuno con l'autorità di prendere decisioni e agire in base alle sue raccomandazioni;
- **Briefing della squadra e raccolta delle risorse investigative** – Una volta formata, la squadra investigativa dovrà disporre di tempo e risorse sufficienti per consentirle di svolgere le indagini in modo efficiente;
- **Criteri di riavvio:** potrebbe essere necessario stabilire criteri di riavvio prima che l'apparecchiatura o il sistema possano essere riavviati.

Rapporto sull'incidente



Ogni incidente deve essere immediatamente affrontato per correggere il problema e LIMITARNE gli effetti, quindi analizzato per decidere se eliminare la causa.

Come documento di input per il RCFA, la Procedura di NOTIFICA dell'Incidente è descritta in dettaglio.

Lo scopo del **Rapporto sull'incidente** è quello di notificare l'evento incidentale e raccogliere tempestivamente informazioni utili sull'incidente per la successiva analisi RCFA.

Il **Rapporto sull'incidente** è diviso in due parti. La **Parte 1** deve essere completata e inviata entro la fine del turno del giorno in cui si è verificato, chi viene a conoscenza dell'incidente per primo si occupa della segnalazione iniziale dell'incidente. La **Parte 2** dovrebbe essere completata il prima possibile dopo che si è verificato l'incidente.

È inoltre importante indicare se la segnalazione è applicabile ad un “**incidente**” o ad un “**quasi incidente**”. Per incidente si intende un evento che comporta un danno o una perdita. Un quasi incidente è un evento in cui esisteva la possibilità di danni o perdite, ma in realtà non si è verificato.

Esempio schematico di Rapporto sull'incidente



La struttura di un Rapporto sull'incidente e i passaggi da seguire sono dettagliati di seguito:

PARTE 1: SEGNALAZIONE INIZIALE

- sezione 1: Localizzazione (tab.1) e Gravità (tab.2)
- sezione 2: Posizione lesione (tab.3), natura (tab.4), causa (tab 5).
- sezione 3: Descrizione macchina, impianto, struttura.
- sezione 4: Danni a materiali e impianti.
- sezione 5: Danni ambientali
- sezione 6: Firma data nome e qualifica del valutatore

PARTE 2: DETTAGLI INFORMATIVI – INVESTIGAZIONI CONSEGUENZE

- sezione 1: Dettagli identificativi incidente
- sezione 2: Fattori causali (tab.6 e tab7)
- sezione 3: Firme di chiusura del rapporto

Rapporto sull'incidente (RSI)



- Parte 1 – Modulo di segnalazione iniziale dell'incidente: da utilizzare per completare una segnalazione iniziale dell'incidente. Completare la Sezione 1 per tutti i Tipi di incidente e qualsiasi altra Sezione della Parte 1 a seconda dei casi. La Parte 2 del modulo deve essere utilizzata per fornire informazioni aggiornate e dettagli sull'indagine e sulle azioni di chiusura.
 - **Sezione 1 – Informazioni generali: breve descrizione dell'incidente con la definizione di una o più categorie di classificazione, utilizzare la Tabella 1 e la Tabella 2 per definire il tipo di luogo e la classe di gravità.**

RSI - Parte 1 sezione 1

Localizzazione dell'incidente tab.1



TIPO DI LOCALIZZAZIONE

Aeroporto / Eliporto	Ufficio Area Cantiere	Strada privata	Imbarcazione
Cantiere Edile	Piattaforma off-shore pozzo petrolifero	Autostrada	Magazzino
Molo - bacino di carenaggio	Ufficio area Produzione	Officina	Deposito rifiuti zona rifiuti
Area di fabbricazione	Area di transito	Area parcheggio veicoli	Cortile
Laboratorio			

RSI - Parte 1 sezione 1

Categorie di gravità incidente tab. 2



VALUTAZIONE DELL'INCIDENTE

Categoria di Gravità Conseguenze	Gravità delle conseguenze effettive o potenziali				Probabilità					
	Lesioni / malattie	Perdite o multe (macchinari o impianti)	Impatto reputazionale	Ambiente	A	B	C	D	E	F
I	Morte	>1M€	Impatto Globale	Effetto Massiccio						
II	Lesione disabilitante	>200,000€	Impatto Continentale	Effetto Maggiore			H			
III	Grave lesione / malattia	>50,000€	Impatto Nazionale	Effetto locale				M		
IV	Moderata lesione /malattia	>5,000€	Impatto Locale	Effetto minore					L	
V	Minima o nessuna lesione/malattia	<5,000€	Nessun Impatto	Nessuno o trascurabile effetto						

RSI - Parte 1 sezione 2

Posizione lesione tab. 3

PARTE DEL CORPO

Lesioni multiple in testa	Collo – ferrite multiple	pollice	Tronco - Organi interni
Testa - cranio	Collo – vertebre	Tronco – lesione singola o multipla	Tronco addome
Testa - cervello	Collo – disco	Tronco – area superior posteriore	Tronco cuore
Testa - orecchie	Collo – Midollo spinale	Tronco - Torace (costole, sterno, tessuti molli)	Arti inferiori
Testa - occhi	Collo - Laringe	Tronco – osso sacro – coccige	Anca
Testa - naso	Collo – tessuti molli	Tronco – glutei	coscia
Testa - denti	Collo – trachea	Tronco pelvi	ginocchio
Testa bocca	Molteplici lesioni arti superiori	Tronco inguine	Gamba inferiore
Testa – altri tessuti molli del viso	braccio	Tronco – midollo spinale	Anca
Testa – ossa facciali	Gomito	Tronco - Zona inferiore della schiena	Piede
	Avambraccio	Tronco - Disco	Dito piede
	polso		Parti multiple del corpo
	mano		Tronco organi interni

RSI - Parte 1 sezione 2

Natura lesione tab. 4



Natura della lesione			
Abrasione	Malattia da decompressione tipo 1	Enucleazione	Rottura
Amputazione	Malattia da decompressione tipo 2	Perdita udito	Amputazione
Angina Pectoris (malattia cardiaca)	Lussazione	Colpo di calore	Distorsione
Asfissia	Elettrocuzione	Infiammazione	Stiramento muscolare
Ustione	Corpo estraneo	Irritazione	Emorragia
Concussione	Frattura	Lacerazione	Perdita della vista
Contusione	Congelamento	Infarto miocardico (attacco cardiaco)	Altra lesione specifica
Schiacciamento	Ernia	Puntura	

RSI - Parte 1 sezione 2

Causa della lesione tab. 5



CAUSA DELLA LESIONE			
Ustione da prodotti acidi	Caduta da diversi livelli	Stiramento da spinta o da tirata	Colpo da parte di una macchina in movimento
Ustione da contatto con oggetti caldi	Caduta da scala a pioli o ponteggio	Stiramento utilizzando utensili o macchine	Colpo da oggetti in sollevamento
Ustione da temperature ambiente estreme	Caduta inciampo da scivolamento	Stiramento da arrampicata	Colpo da oggetto maneggiato da altri
Ustione da incendio o fiamma	Caduta sullo stesso livello	Colpo da parti mobile macchinario	Colpo da altro
Ustione da vapore o fluidi caldi	Scivolamento senza caduta	Colpo da oggetto maneggiato	Contatto con parti elettriche
Ustione da operazioni di saldatura	Scivolamento con caduta	Levigatura, raschiatura, pulitura	Animale o insetto
Scottatura	Collisione con altro veicolo	Contatto con oggetto fermo	Esplosione o ritorno di fiamma
Ustione da ghiaccio	Collisione con ostacolo fisso	Colpo da oggetto appuntito	Corpo estraneo in occhio
Intrappolamento dentro macchinario	cappottamento	Contatto (colpo) – miscellanee - Misc.	Rapina o aggressione
Intrappolamento da oggetti maneggiati o in movimento	Altre cause da veicoli motorizzati	Colpo da caduta o volo	Cumulo di varie cause
Taglio puntura – da vetri rotti	Stiramento da salto	Oggetto	Cause personali non legate al lavoro
Taglio puntura da attrezzi manuali	Stiramento da sostegno e/o trasporto	Colpo da attrezzo manuale in uso	Altre cause
Taglio puntura da attrezzi motorizzati manuali	Stiramento da sollevamento manuale	Colpo da veicolo motorizzato	
Taglio puntura escoriazione - varie			

RSI - Parte 1 altre sezioni



Sezione 3 – Dettagli del veicolo: descrizione completa del veicolo coinvolto nell'incidente.

Sezione 4 – Danni a proprietà e attrezzature: fornire dettagli sul tipo di proprietà e attrezzature (con numeri di serie, ecc., se disponibili) e descrivere cosa è successo e l'entità del danno. Se possibile, fornire una stima del costo del danno.

Sezione 5 – Dettagli Ambientali: check list di tutti gli agenti inquinanti applicabili (intesi come esplosione, radiazione ecc.), mezzo (aria, suolo ecc.) ed effetti (bersagli: persone, ambiente ecc.).

Sezione 6 – Valutazione esterna: descrivere la valutazione (includere nome e dettagli di contatto del valutatore).

RSI – Parte2 sezioni 1 e 2



Parte 2 – Risultati di indagine e azioni correttive: da utilizzare per fornire dettagli di risultati e indagine.

- **Sezione 1** – Identificazione dell'incidente: descrizione dettagliata e/o dettagli aggiuntivi non forniti come parte della Relazione Iniziale sull'incidente;
- **Sezione 2** – Fattori causali: per definirli fare riferimento alla Tabella 6 e alla Tabella 7.

RSI – Parte2 sezione 2 tab.6

classificazione della probabilità



Classificazione della probabilita'		Gravità/rischio	
A: FREQUENTE , probabilmente si verificherà ripetutamente durante le operazioni	D: REMOTA - Non probabile ma possibile		H - Alto
B: RAGIONEVOLMENTE PROBABILE - probabilmente si ripeterà più volte	E: ESTREMAMENTE IMPROBABILE - La probabilità che si verifichi non può essere distinta da zero		M - Medio
C: OCCASIONALE - è probabile che si verifichi a volte			L - Basso
Lesione/malattia invalidante: è un incidente che provoca o ha il potenziale di provocare una lesione permanente (invalidità/deturpazione) da cui la parte lesa non si riprenderà mai completamente: perdita della vista/perdita dell'udito/perdita di un arto/paralisi, ecc. .			
Lesione grave/malattia: è un incidente che provoca o ha il potenziale di provocare un infortunio che, con il tempo, è probabile che la persona infortunata si riprenda completamente dall'esposizione biologica/fratture, ecc. L'infortunio può comportare giorni di assenza dal lavoro o di servizio limitato.			
Infortunio/malattia moderata: è un incidente che provoca o ha il potenziale di provocare un infortunio che richiede cure mediche (che non influisce sulle prestazioni lavorative o causa disabilità).			
Lesione/malattia lieve o assente: è un incidente che comporta o ha il potenziale di provocare cure di primo soccorso o nessuna lesione.			
Perdite o sanzioni: da utilizzare per incidenti in cui sono presenti o potenzialmente non sono presenti infortuni. Ad esempio , utilizzare la conseguenza di perdita o penalità per gli incidenti automobilistici se non ci sono feriti.			
Effetti ambientali massicci: qualsiasi incidente che potenzialmente danneggi o influenzi negativamente il pubblico in generale, causando una diffusa preoccupazione pubblica. Può comportare gravi perdite economiche o responsabilità per la Società. Violazioni costanti dei limiti legali o prescritti.			
Importante effetto ambientale: grave danno ambientale, che richiede misure estese per ripristinare l'ambiente contaminato allo stato originale. Richiede competenze specializzate e risorse per la correzione. Violazioni estese dei limiti legali o prescritti.			
Effetto ambientale locale: incidente che presenta un danno ambientale limitato all'area locale e al quartiere. Richiede competenze generali e risorse per la correzione. Può comportare ripetute violazioni dei limiti legali o prescritti.			
Nessun effetto ambientale o effetto lieve: qualsiasi incidente che presenti un danno limitato all'ambiente ma che possa richiedere azioni correttive minori.			
Nelle circostanze in cui un incidente provoca o potenzialmente comporta più di una conseguenza, assegnare la categoria di gravità più elevata come appropriato. Ciò è più probabile quando si tratta di incidenti automobilistici che comportano lesioni e/o problemi ambientali.			

RSI – Parte2 sezione 2 tab.7a

Tipologia delle cause



TIPO DI CAUSA			
Procedure	Non utilizzata – non seguita	Procedura errata	Procedura applicata in modo errato
	Non esiste Procedura Non disponibile o scomoda Difficile da usare L'uso non è richiesto ma dovrebbe esserlo	Errori di battitura Sequenza errata Situazione errata Situazione non coperta Revisione errata utilizzata Secondo controllore necessario non coinvolto	Formato confuso Salto di un passaggio Riferimenti in eccesso Riferimenti multiunità Limiti Non Identificati Dettagli Non Identificati Dati/Calcolo errati/incompleti Grafica errata Nessun controllo Controllo sbagliato Mancato coinvolgimento secondo controllore Istruzioni ambigue Attrezzatura Non identificata
Controllo qualità	Nessuna ispezione	Controllo di qualità non identificato	
	Non richiesta Mancanza punto di sosta/attesa Punto di sosta non eseguito	Istruzioni di Controllo non identificate Tecniche di Controllo non identificate Non identificato il materiale necessario durante il lavoro	

RSI – Parte2 sezione 2 tab.7b

Tipologia delle cause



TIPO DI CAUSA			
Addestramento- formazione	Nessun addestramento	Nessun addestramento sul Controllo di qualità	
	Mansione non analizzata Decisione di non fare addestramento Addestramento senza obiettivi	Gli obiettivi di addestramento non identificati Il piano di apprendimento non identificato Le istruzioni non identificate Le pratiche e le ripetizioni non identificate Le prove di apprendimento non identificate L'apprendimento continuo non applicato	
Supervisione del lavoro	Preparazione	Selezione del lavoratore	Supervisione
	Nessuna preparazione Permesso di lavoro non identificato Riunione prima dell'attività non fatta Sopralluogo preliminare non fatto Schedulazione attività non fatta Lock out tag out non fatto (LOTO) Protezione dalle cadute non fatta	Non qualificato Affaticato -Stanco Non impostato per il lavoro Selezione della squadra di lavoro non fatta	Nessuna supervisione presente Nessun lavoro di squadra organizzato
Sistema di gestione	Specifiche e Procedure e Controlli amm. (PCA – "SPAC")	SPAC non utilizzati	Supervisione e Rapporti con i dipendenti
	Nessuna SPAC SPAC non abbastanza stretti Confusi o incompleti Errori tecnici Mancanza disegni/documenti stampati	Mancanza comunicazioni modifiche recenti non riportate non applicabili responsabile non identificato	RARI incontri con i supervisori Squadra di emergenza non efficace Gestione emergenze non indipendente Comunicazioni con i dipendenti Riscontri dai Dipendenti non raccolti
	Azioni correttive		
	Non identificate azioni correttive Azioni correttive non ancora implementate Impatti azioni correttive non identificati		

RSI – Parte2 sezione 3

Chiusura



Sezione 3 – Firme di chiusura: da completare quando tutti i risultati e le azioni derivanti dall'incidente sono stati chiusi con soddisfazione della direzione del sito/locale e del funzionario responsabile.

RSI – Note conclusive



La Sezione 1 della Parte 1 del RSI deve essere completata per tutti gli incidenti o quasi incidenti. Fatta eccezione per incidenti molto complessi, non sarà necessario completare tutte le sezioni per ogni incidente (ad esempio per un incidente senza infortunio sarà necessario completare solo le Sezioni 1 e 2 della Parte 1 del RSI).

La Parte 2 dovrà essere completata al termine del processo RCFA (se verrà eseguito – Root Cause Failure Analysis), al fine di riassumere i risultati dell'analisi dell'incidente.

Investigazione sull'incidente (IsI)



Viene condotta un'indagine sull'incidente al fine di identificare la causa principale di un incidente in modo che le misure preventive e protettive possano essere identificate e implementate per evitare incidenti simili in futuro.

Il processo prevede la raccolta di prove ed elementi chiave e l'accertamento dei fatti anche attraverso interviste alle persone coinvolte o collegate all'incidente. Le cause degli incidenti devono essere identificate solo utilizzando osservazioni imparziali dei fatti e non con congetture e supposizioni.

Scopo primario del processo investigativo è individuare la sequenza degli eventi sulla base di fatti e testimonianze certe e raccogliere tutti gli elementi che potrebbero concorrere ad individuare i possibili Fattori Causali.

L'obiettivo generale del processo di indagine sugli incidenti è garantire che siano predisposte e funzionanti le misure di salvaguardia adeguate per prevenire e mitigare gli incidenti.

Effetti dell'IsI :

- Tutelare la sicurezza e la salute dei lavoratori e del pubblico;
- Preservare le risorse umane e patrimoniali dell'organizzazione;
- Migliorare la qualità, l'affidabilità e la produttività;
- Garantire un servizio continuo a clienti e consumatori;
- Rispettare i requisiti normativi e assicurativi;
- Rispettare le politiche organizzative e di settore;
- Rispondere a preoccupazioni legali, normative, organizzative, della comunità e/o dei dipendenti;
- Educare e condividere la conoscenza. direzione, personale e dipendenti;
- Dimostrare l'interesse del management e promuovere il coinvolgimento dei dipendenti;
- Identificare rischi non riconosciuti e/o strategie di gestione del rischio più efficaci;

Ruoli e responsabilità – squadra investigativa



Il processo investigativo viene eseguito da una squadra investigativa multidisciplinare adeguatamente attrezzata con le conoscenze, l'esperienza e le competenze specialistiche adeguate necessarie, compreso il personale gestionale, legale, normativo e/o delle forze dell'ordine, se necessario.

La squadra investigativa è composta da:

Leader del gruppo investigativo, il cui ruolo e responsabilità principali sono:

- Redigere un ambito dell'indagine e farlo approvare dalla direzione;
- Individuare i membri e la struttura della squadra investigativa, compresi gli specialisti interni/esterni;
- Valutare le informazioni disponibili, identificare le lacune informative e determinare come ottenere tali informazioni;
- Notificare a tutte le parti coinvolte nell'incidente che l'indagine inizierà, fornendo loro l'ambito dell'indagine approvato e collaborare con loro per garantire che le risorse necessarie siano disponibili per ospitare l'indagine;
- Coordinare una riunione iniziale con la squadra investigativa e le parti coinvolte nell'incidente;
- Gestire il processo di indagine.

Membri del gruppo investigativo i cui ruoli e responsabilità principali sono:

- Raccolta dati e conferma delle informazioni - ad esempio da interviste con persone coinvolte/testimoni; visite al sito; documenti esaminati; fotografie; dettagli tecnici revisionati;
- Finalizzazione della tempistica (sequenza dei tempi) dell'incidente;
- Preparazione delle informazioni per le riunioni di analisi della causa principale.

Processo investigativo



L'indagine dovrebbe essere condotta il prima possibile dopo un incidente. La qualità delle prove si deteriorerà rapidamente nel tempo, pertanto le indagini ritardate di solito non sono così conclusive come quelle eseguite tempestivamente.

Un fattore da considerare durante un'indagine è il cambiamento recente. In molti casi si è riscontrato che prima dell'incidente si è verificato un cambiamento che, combinandosi con altri fattori causali già presenti, è servito a dare inizio all'incidente.

Dovrebbero essere indagati i cambiamenti nel personale, nell'organizzazione, nelle procedure, nei processi e nelle attrezzature, in particolare la consegna del controllo e delle istruzioni e la comunicazione delle informazioni sul cambiamento a coloro che avevano bisogno di esserne informati.

L'effetto dei cicli di lavoro e dello stress lavoro-correlato potrebbe avere un impatto sulle prestazioni degli individui prima di un incidente. L'impatto delle pressioni sociali e domestiche legate al comportamento degli individui non dovrebbe essere trascurato.

Le fasi iniziali di un'indagine normalmente si concentrano sulle condizioni e sulle attività vicine all'incidente e in questa fase vengono solitamente identificate solo le cause immediate. Tuttavia, potrebbe essere necessario indagare anche sulle condizioni alla base di queste cause.

Le informazioni dovrebbero essere verificate ove possibile. Le dichiarazioni rese da testimoni diversi potrebbero essere contrastanti e potrebbero essere necessarie prove a sostegno.

Per garantire che tutti i fatti siano coperti, si utilizza lo schema delle 5 domande: "Chi?", "Cosa?", "Quando?", "Dove?", "Perché?" e come?".

La fase di raccolta dei dati dovrebbe chiarire l'evento o il problema segnalato. Questa fase della valutazione comprende interviste con il personale pertinente, raccolta di prove fisiche e conduzione di altre ricerche, come l'esecuzione di un'analisi della sequenza di eventi, necessaria per fornire una chiara comprensione del problema.

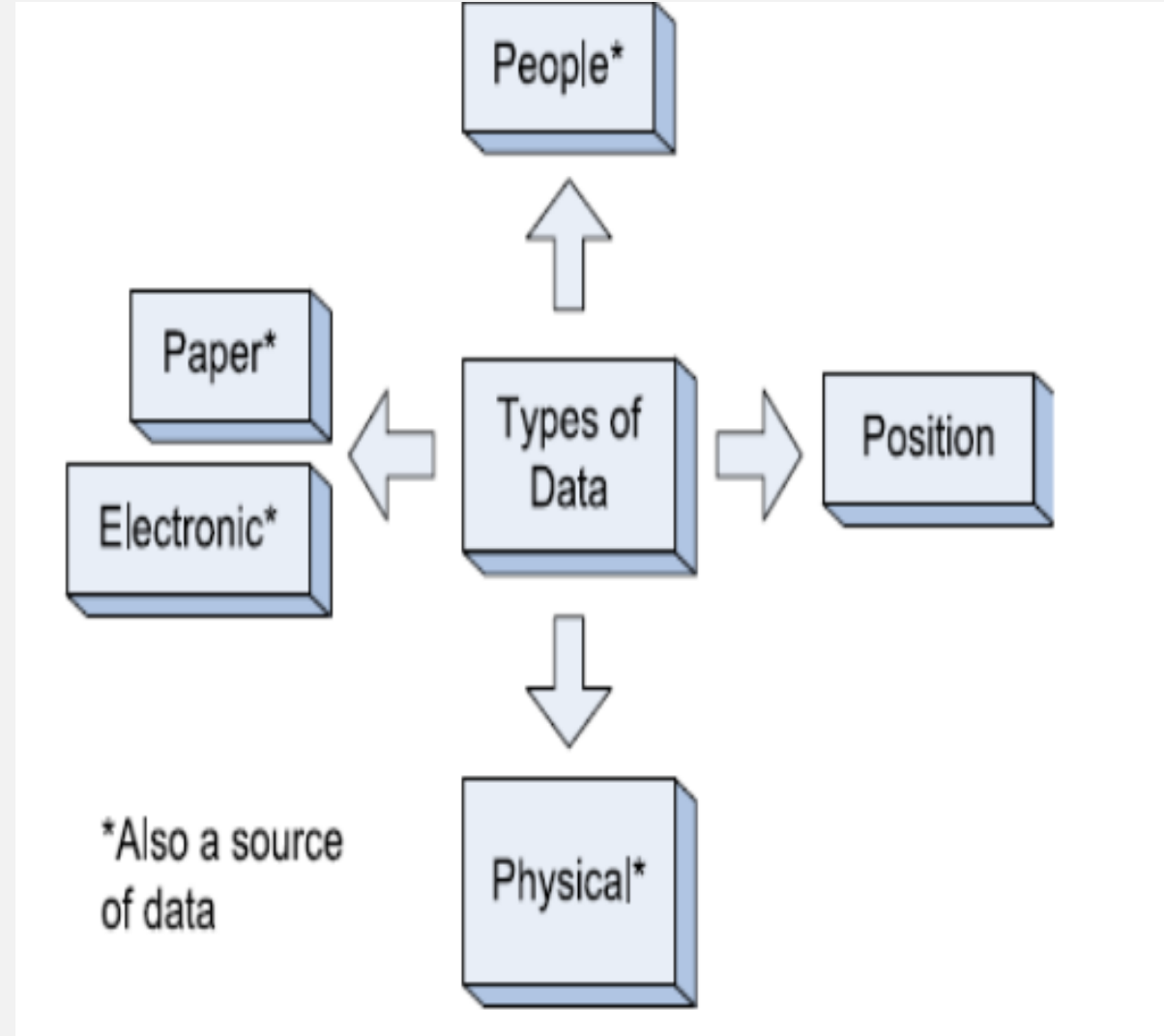
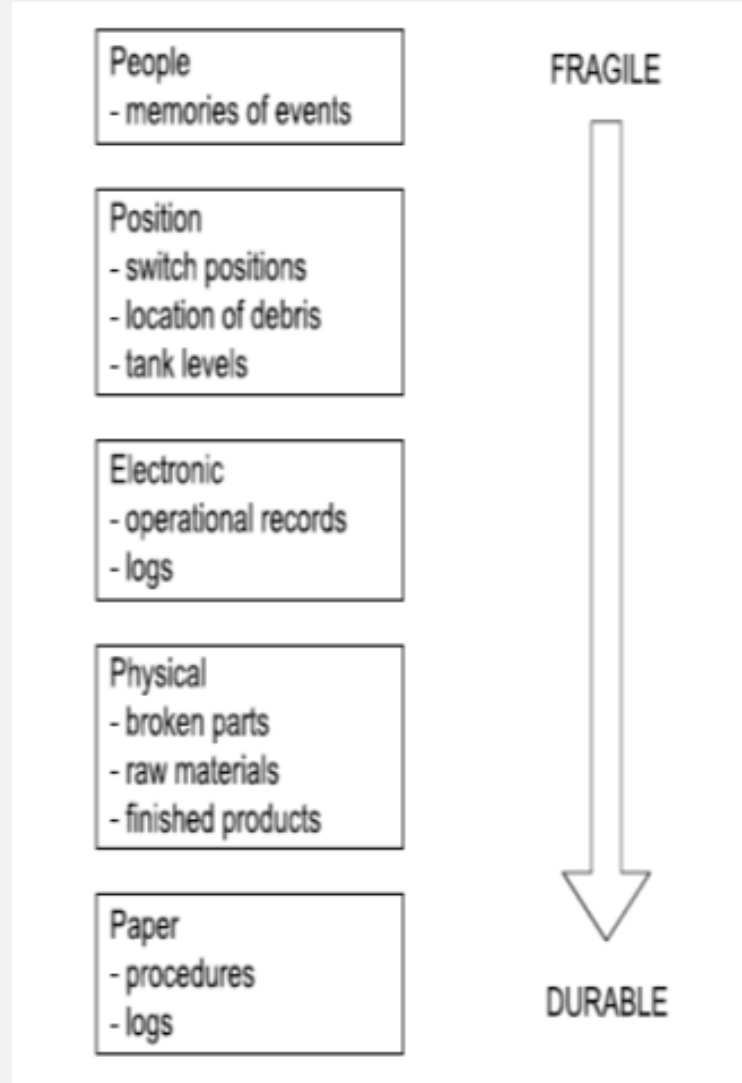
Raccolta dei dati



Le principali categorie di dati da raccogliere sono:

- **Persone:** interviste o dichiarazioni scritte di testimoni, partecipanti, ecc.
- **Materiali o Parti:** campioni chimici, dispositivi di protezione individuale (DPI), strutture, materie prime, prodotti finiti, ecc.
- **Documenti cartacei:** copie cartacee di procedure, politiche, controlli amministrativi, disegni, schizzi, note, dati prestazionali e operativi, risultati di analisi, specifiche di approvvigionamento, specifiche di carico, registri, grafici cartacei, corrispondenza, ecc.
- **Documenti Elettronici:** Copie elettroniche di procedure, politiche, controlli amministrativi, disegni, dati prestazionali e operativi, risultati di analisi, specifiche di approvvigionamento, e-mail, specifiche di carico, registri, corrispondenza, ecc.
- **Posizioni:** posizioni delle persone e dati fisici (ad esempio, posizioni di valvole e interruttori, livelli dei serbatoi).

Tecniche di raccolta dei dati



Conduzione delle interviste



Il tempo e le discussioni con gli altri potrebbero avere un impatto sulla memoria delle persone e sul ricordo degli eventi, pertanto le interviste dovrebbero essere condotte il prima possibile dopo l'evento incidentale

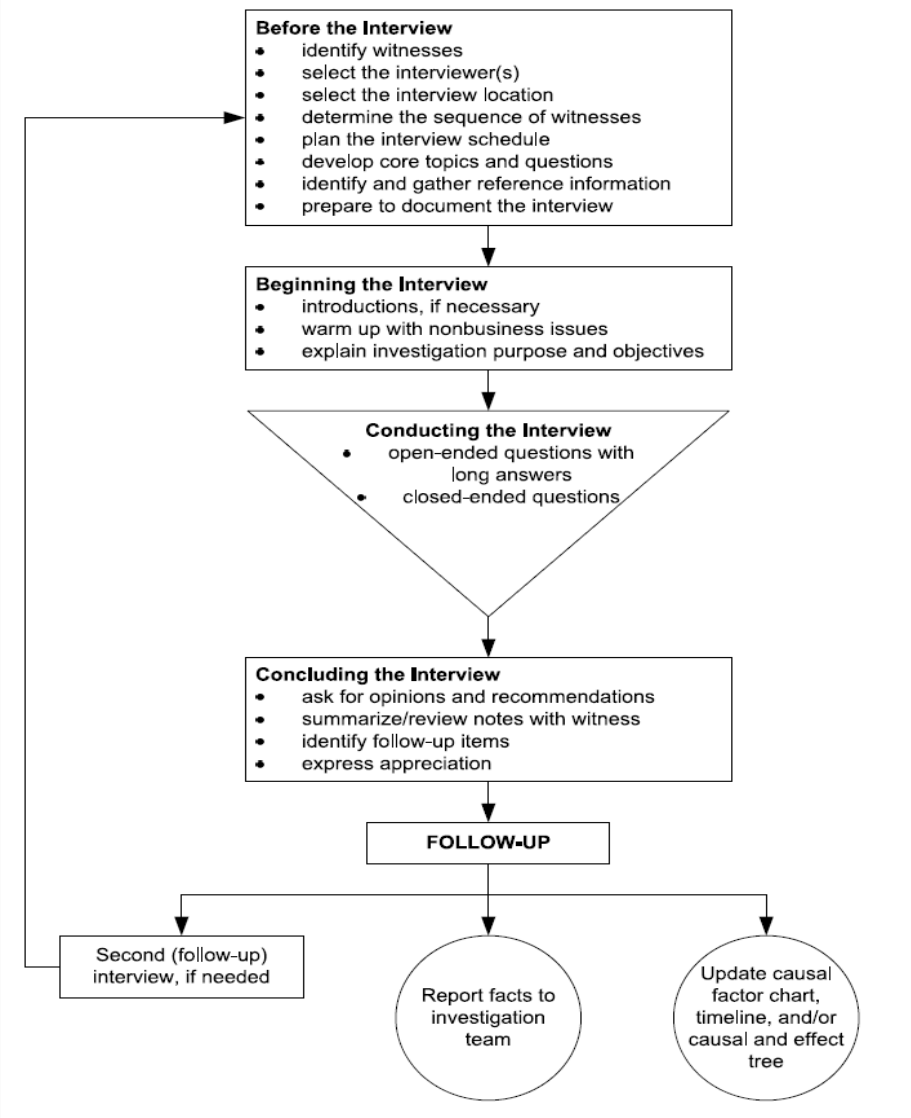
È anche importante creare un ambiente confortevole affinché **il testimone** possa parlare liberamente senza timore di incriminare se stesso o i suoi colleghi. Per questo motivo è preferibile che l'esame del testimone venga svolto in privato da **non più di due intervistatori**, iniziando con una discussione generale per mettere a proprio agio l'intervistato prima di porre domande sull'accaduto. Inoltre il testimone può farsi accompagnare da un collega, un amico o un rappresentante per la sicurezza.

Il valore delle dichiarazioni di un testimone può essere fortemente influenzato dallo stile dell'intervistatore, il cui compito principale è ascoltare la storia del testimone e non influenzarla facendo commenti o ponendo domande fuorvianti. Ciò richiede pazienza e comprensione.

Un investigatore non può concedere l'immunità in cambio di informazioni, ma deve cercare di convincere gli intervistati dello scopo dell'indagine e della necessità di franchezza. Gli intervistatori dovranno chiedere al testimone di ripercorrere passo dopo passo l'accaduto, descrivendo sia le proprie azioni che quelle degli altri, facendo attenzione a non porre domande fuorvianti. Inoltre, gli intervistatori dovrebbero essere in grado di separare i fatti dalle opinioni, ponendo più domande per confermare i primi e prendendo appunti sulle seconde.

Alla fine di un colloquio, la discussione dovrebbe essere riassunta per assicurarsi che non vi siano malintesi. Del colloquio dovrà essere redatto **verbale scritto** che dovrà essere discusso con il testimone per chiarire eventuali anomalie. Eventuali anomalie nella dichiarazione o conflitti con altre prove dovrebbero essere chiarite.

Schema di Flusso delle interviste



Ispezione dei luoghi



È possibile acquisire prove importanti dalle osservazioni effettuate sul luogo dell'incidente, in particolare se il luogo viene mantenuto indisturbato fino allo svolgimento delle indagini preliminari. Non è possibile stabilire regole sull'“immobilizzazione” delle attrezzature sul posto, inoltre le operazioni di soccorso o la presenza di pericoli residui e/o congestione possono giustificare lo spostamento di alcune attrezzature, che comunque dovrebbe essere ridotto al minimo.

Fotografie e/o filmati ripresi prima di disturbare il luogo dell'incidente aiuteranno le indagini. Tuttavia, le autorità locali possono limitare l'accesso al sito o sequestrare le apparecchiature e, in tali circostanze, potrebbe non essere sempre possibile ottenere registrazioni fotografiche. In queste situazioni dovranno essere realizzati degli schizzi. Gli schizzi possono essere utilizzati anche per documentare la relazione fisica e la distanza tra persone, strumenti e attrezzature. Tutte le attrezzature, gli strumenti, gli indumenti, i DPI e altre prove materiali pertinenti devono essere identificati ed etichettati. Se apparecchiature o strumenti critici sono stati danneggiati o non funzionano, devono essere conservati in un luogo sicuro in attesa di un'analisi più dettagliata.

Gli investigatori dovrebbero cercare eventuali condizioni o fattori nel luogo che potrebbero aver contribuito all'incidente, come accessibilità e prove di congestione, illuminazione, visibilità e udibilità nel luogo, condizione di tutti gli impianti, veicoli, attrezzature e strumenti, ecc.

Criteri per ripristino del servizio



In alcuni casi, potrebbe essere necessario stabilire criteri di riavvio prima di poter riavviare l'apparecchiatura o il sistema.

Ad esempio, se una pompa non funziona correttamente e viene danneggiata, è necessario stabilire dei criteri per la sua rimessa in funzione, in modo che non si guasti nuovamente. Nella maggior parte dei casi, non è pratico attendere che vengano identificate le cause di base dell'incidente prima che l'apparecchiatura venga rilasciata per il riavvio.

Tuttavia, almeno uno dei fattori causali deve essere identificato e affrontato prima di riavviare la apparecchiatura.

Identificando e correggendo almeno uno dei fattori causali, i criteri di Riavvio hanno un altro scopo. Oltre a evitare o ridurre al minimo le conseguenze di futuri guasti, i criteri di riavvio vengono utilizzati anche per determinare se vengono raccolti i dati appropriati prima del rilascio dell'apparecchiatura. Ad esempio, per comprendere il guasto potrebbero essere necessarie fotografie di graffi sulla superficie di un albero guasto. I criteri di riavvio potrebbero comportare l'ottenimento di queste foto prima di rimettere in servizio il componente. Un altro esempio potrebbe essere la raccolta di campioni di olio da varie parti di un motore diesel prima del lavaggio.

Raccolta informazioni di base



Il team investigativo dovrebbe raccogliere informazioni che consentano di comprendere meglio i processi coinvolti nell'incidente con l'obiettivo di identificare "cosa è andato storto".

Alcune informazioni di base sono:

- la progettazione del processo,
- i manuali operativi,
- le procedure per il tipo di operazione coinvolta,
- le registrazioni delle istruzioni e dei briefing forniti nel particolare lavoro esaminato,
- i piani di ubicazione,
- l'organizzazione e le persone coinvolte,
- le informazioni sul prodotto e la scheda di sicurezza.

Ricerca dei fatti



Durante le fasi iniziali di ogni indagine, gli investigatori dovrebbero raccogliere e registrare tutti i fatti che potrebbero contribuire alla comprensione dell'incidente e degli eventi ad esso correlati.

Dovrebbero essere consapevoli del pericolo di giungere a conclusioni troppo presto e di non riuscire a mantenere una mente aperta all'intera gamma di possibilità.

Dopo una prima fase di accertamento dei fatti dovrebbe essere possibile fornire una descrizione precisa, supportata da fatti documentati, degli eventi che hanno portato all'incidente, dell'incidente stesso e della risposta iniziale all'incidente.

Registrazioni e procedure



Documentazione come **disegni as-built**, registri di ispezione, stampe, fogli/libri di registro, registri di manutenzione, permessi di lavoro e fogli di carico/orario possono fornire informazioni rilevanti per l'indagine.

Le istruzioni e le procedure scritte possono fornire prova della pianificazione preliminare e delle responsabilità individuali.

L'indagine dovrebbe cercare di stabilire la misura in cui queste procedure e istruzioni sono state comprese e seguite, poiché ciò può indicare l'efficacia della formazione e della supervisione.

La pertinenza e la portata dell'applicazione delle procedure dovrebbero essere valutate durante l'indagine.

STUDI SPECIALI - SPECIALISTI



Gli incidenti di natura tecnica o complessa spesso richiedono input specialistici e ulteriori studi per determinare le cause del guasto.

Ad esempio i guasti alle gru e le esplosioni degli impianti sono esempi di tali incidenti, per i quali può essere necessaria la consulenza di uno specialista.

Ciò dovrebbe essere identificato rapidamente e gli specialisti coinvolti nelle prime fasi della valutazione del sito.



Incongruenze evidenti



Non è raro che i testimoni diano resoconti diversi di un incidente.

La memoria umana può essere inaffidabile e, anche se non motivata da autodifesa o da altri argomenti soggettivi, il ricordo di un incidente da parte di una persona può differire da quello di un'altra persona in dettagli importanti.

Gli investigatori dovrebbero notare eventuali differenze significative nei resoconti di un evento.

Di fronte a dichiarazioni contrastanti dei testimoni, gli investigatori dovrebbero cercare le somiglianze tra le dichiarazioni e i punti in comune con altre prove.

L'obiettivo è utilizzare le prove per comprendere l'incidente e non dimostrare l'accuratezza delle singole dichiarazioni, né attribuire la colpa.

Sequenza degli eventi

Man mano che l'indagine procede, gli investigatori dovrebbero iniziare a identificare la sequenza degli eventi e concentrare gli sforzi sull'aumento della conoscenza delle aree di incertezza.

Tracciare graficamente le azioni che precedono e seguono un evento, un incidente o un fallimento aiuta a visualizzare ciò che è accaduto. Ciò non solo aiuta a organizzare le informazioni ma anche a identificare dati mancanti o contrastanti, mostrando la relazione tra eventi e incidente.

Man mano che la portata dei fattori fisici coinvolti in un incidente diventa chiara, gli investigatori dovrebbero spostare l'enfasi delle loro indagini e delle loro domande sulle cause sottostanti e sul motivo delle azioni delle persone. Ciò consentirà di facilitare la valutazione durante l'analisi dell'incidente.

REVISIONE DEL PROGETTO

Comprendere i parametri di progettazione e le specifiche dei sistemi associati a un evento o a un guasto delle apparecchiature è fondamentale per l'identificazione delle cause di radice.

L'obiettivo della revisione del progetto è stabilire le condizioni operative specifiche della macchina o del sistema di produzione coinvolti nell'incidente. La valutazione dovrebbe definire chiaramente la funzione o le funzioni specifiche dell'elemento guasto e dovrebbe stabilire l'intervallo operativo accettabile che l'apparecchiatura può tollerare senza deviazioni dalle prestazioni di progettazione.

Questa revisione è una parte importante dell'analisi della causa principale del guasto e non può essere omessa, ma il livello di dettaglio richiesto può variare a seconda del tipo di evento.

Acquisizione dati di progetto



Le informazioni necessarie per definire la progettazione di un'apparecchiatura o di un sistema possono essere ottenute da diverse fonti. Alcuni di essi sono riportati di seguito.

Dati di targa dell'apparecchiatura

Le caratteristiche di funzionamento di una macchina o di un impianto sono tipicamente indicate su una targhetta, fissata in modo permanente sull'apparecchiatura stessa (ad esempio la targhetta di una pompa solitamente include la portata, la pressione di scarico, il diametro della girante, ecc.). Questi dati possono essere utilizzati per determinare se l'apparecchiatura è adatta all'applicazione e se funziona entro i limiti di progettazione.

Specifiche di approvvigionamento

I capitolati di approvvigionamento definiscono le caratteristiche specifiche e il volume operativo richiesto dal gruppo impiantistico e vengono predisposti durante il processo di acquisto.

Specifiche del fornitore

Durante il processo di approvvigionamento, dovrebbe essere disponibile una serie dettagliata di specifiche del fornitore. In genere, queste informazioni sono incluse nella proposta del fornitore.

Le specifiche del fornitore e dell'approvvigionamento dovrebbero essere confrontate attentamente perché molti dei problemi cronici sono il risultato diretto delle deviazioni del fornitore dalle specifiche dell'approvvigionamento.

Manuali di uso e manutenzione

Questi documenti forniscono raccomandazioni specifiche per il corretto funzionamento e manutenzione della macchina, attrezzatura o sistema e rappresentano una delle migliori fonti di informazioni. Inoltre, i manuali O&M forniscono guide per la risoluzione dei problemi che evidenziano molti dei problemi più comuni che potrebbero verificarsi.

Obiettivi della revisione del progetto



Lo scopo della revisione del progetto è determinare le limitazioni progettuali, l'inviluppo operativo accettabile, le probabili modalità di guasto e quantificare le effettive condizioni operative del sistema in esame. La revisione dovrebbe definire chiaramente la funzione specifica del sistema e dei suoi componenti. Le informazioni chiave da definire durante la revisione della progettazione sono riportate di seguito.

- **Specifica del prodotto in entrata:** le funzioni del sistema sono strettamente correlate al prodotto in entrata da gestire. Pertanto, la revisione deve stabilire le condizioni al contorno del prodotto in entrata utilizzato nel processo di progettazione. Questi definiscono la quantità di lavoro che il sistema deve fornire.
- **Specificazione del prodotto in uscita:** il sistema è progettato per fornire un prodotto in uscita con caratteristiche specifiche. Come per il prodotto in ingresso, quello in uscita può essere vincolato da caratteristiche specifiche e misurabili, come temperatura, pressione, flusso, ecc.
- **Lavoro da eseguire:** è necessario determinare il lavoro misurabile da eseguire e a questo scopo devono essere utilizzati l'efficienza, il consumo di energia, la perdita di prodotto e parametri simili.
- **Inviluppo operativo accettabile:** ciascuna macchina o sistema è progettato per funzionare entro un intervallo specifico, o intervallo operativo, che include le variazioni massime nel prodotto in entrata, velocità di rampa di avvio e velocità di spegnimento, ambiente ambientale e altri parametri.

Revisione dell'uso e della manutenzione



Una volta definite le condizioni progettuali del sistema in esame, occorre passarne in rassegna le modalità operative e manutentive.

Lo scopo di questa fase è garantire che la macchina o il sistema venga utilizzato nella corretta applicazione. Se il sistema realizza più prodotti, è essenziale valutare l'intera gamma di applicazioni.

Di seguito sono riportati alcuni fattori da valutare durante il riesame dell'applicazione/manutenzione.

Installazione

L'installazione di una macchina o di un sistema richiede il rispetto di criteri specifici per garantire livelli accettabili di affidabilità. L'installazione effettiva viene valutata attraverso un'ispezione visiva, per evidenziare qualsiasi deviazione dalle pratiche di installazione accettabili o consigliate come definite nei documenti di riferimento e nelle buone pratiche di ingegneria e per determinare se un'installazione non corretta contribuisce al problema.

Inviluppo operativo

Poiché la valutazione dell'effettivo involuppo operativo del sistema può essere molto difficile, l'approccio migliore è determinare tutte le variabili e i limiti utilizzati nella normale operatività. Ciò può includere, ad esempio, la definizione dell'intera gamma di velocità operative, portate e variazioni di produzione in entrata.

Revisione dell'uso e della manutenzione (cont.)



Procedure e pratiche operative

Questa parte della revisione consiste nella valutazione sia delle procedure operative standard che delle pratiche operative effettive utilizzando dati storici.

La revisione include:

- Valutazione delle procedure operative standard per determinare se sono coerenti e adeguate all'applicazione;
- Valutazione delle procedure di setup per ogni prodotto realizzato da una macchina o da un sistema. Scarsa qualità del prodotto, limitazioni di capacità e inaffidabilità delle apparecchiature sono possibili risultati di una configurazione del sistema non corretta o incoerente;
- Valutazione delle procedure transitorie al fine di garantire che non violino i limiti operativi o le raccomandazioni del fornitore. Fasi transitorie, come l'avvio, i cambi di velocità o lo spegnimento, non gestite correttamente possono portare a deviazioni nella qualità e nella capacità o avere un impatto diretto sull'affidabilità del sistema;
- Valutazione delle pratiche operative per determinare se le pratiche operative standard sono state comprese e seguite prima e durante l'incidente. Ciò dovrebbe essere condotto in due fasi diverse; il primo è lo sviluppo di un **diagramma di sequenza** realizzato solo con input da parte degli operatori sui passaggi utilizzati per far funzionare il sistema in esame. Il secondo è il **confronto** tra le pratiche effettive dell'operatore rappresentate dal diagramma di sequenza e le procedure operative standard. Le discrepanze tra loro possono portare ad un aggiornamento della procedura o alla riqualificazione dell'operatore.

Revisione dell'uso e della manutenzione (cont.)



Cronologia della manutenzione

Conoscere la cronologia completa della manutenzione programmata ed effettiva è essenziale per l'analisi della causa principale del guasto e può essere utile per capire se l'incidente si ripeterà. I dettagli principali necessari includono frequenza e tipi di riparazione, frequenza e tipo di manutenzione preventiva e cronologia dei guasti.

Procedure e pratiche di manutenzione

Questa parte include la valutazione delle procedure di manutenzione standard e delle pratiche effettive. Le procedure dovrebbero essere confrontate con i requisiti di manutenzione definiti sia dalla revisione della progettazione che dai manuali O&M del fornitore. La valutazione delle pratiche di manutenzione effettive può essere effettuata nello stesso modo descritto per la valutazione delle pratiche operative o mediante l'osservazione visiva di riparazioni simili. Particolare attenzione dovrebbe essere prestata alle attività di routine.

Lo scopo è quello di determinare se le procedure vengono eseguite in modo tempestivo e se vengono utilizzate tecniche adeguate.

Osservazioni e misure

Potrebbero essere necessari ulteriori test e osservazioni per identificare i motivi per cui l'apparecchiatura o il sistema non hanno funzionato. Una volta stabilite le eventuali deviazioni che possono aver contribuito all'evento, è fondamentale verificare se tali fattori abbiano contribuito effettivamente. A questo scopo è importante misurare fisicamente la dinamica di funzionamento del sistema coinvolto nell'evento incidentale.

La valutazione dell'incidente dovrebbe includere un'analisi approfondita delle parti guastate. I metodi utilizzati varieranno a seconda della modalità di guasto e del tipo di componente o macchina guasta. In molti casi, l'apparecchiatura guasta deve essere sostituita immediatamente per ridurre al minimo l'impatto sulla produzione. In questo caso può essere utile valutare il sistema che ha circondato l'incidente, soprattutto per quei casi in cui variazioni dei parametri operativi, come variazioni del prodotto e pratiche operative, hanno contribuito al guasto.

È possibile utilizzare più tecniche di test per identificare e misurare la relazione causa-effetto tra le variabili. Le tecniche più efficaci per la quantificazione delle deviazioni dalle pratiche operative e di manutenzione accettabili sono discusse di seguito.

Analisi vibrazionale



L'analisi delle vibrazioni consente di misurare l'effetto di diversi tipi di variazioni, ad esempio nel prodotto in entrata, nelle pratiche operative o di manutenzione o nell'ambiente ambientale, che si ritiene siano un fattore determinante.

L'analisi dovrebbe essere effettuata sviluppando una sequenza di test che isoli e confronti direttamente ciascuna variabile sospetta. Ad esempio, è possibile condurre una serie di test sulle vibrazioni per misurare il cambiamento effettivo nella risposta della macchina o del sistema di processo a cambiamenti discreti nei parametri del prodotto in entrata, come la viscosità o la temperatura.

È possibile condurre un'altra sequenza di test per misurare gli effetti delle variazioni nelle pratiche operative o nell'ambiente circostante.

Tutti i test sulle vibrazioni dovrebbero basarsi su un piano dettagliato che definisca scopi e metodi utilizzati e dovrebbero essere accuratamente documentati.

Quantificazione dei parametri di processo



Valutare le variazioni dei parametri di processo, quali pressione, portata e temperatura, è un mezzo efficace per confermarne l'impatto sul sistema di produzione.

Dovrebbero essere sviluppati test che misurino l'impatto delle modifiche dei parametri di processo sul sistema per determinare se deviazioni specifiche hanno contribuito all'evento oggetto di indagine.

Nella maggior parte dei casi, questi test dovrebbero essere utilizzati insieme all'analisi delle vibrazioni per misurare la relazione di causa-effetto tra specifiche configurazioni del processo e la dinamica operativa del sistema.



Ispezioni visive



L'ispezione visiva è uno strumento importante per l'indagine di un incidente.

Questa tecnica viene generalmente applicata ai dispositivi di misurazione e ai componenti delle macchine soggette a guasti.

I dispositivi di misurazione forniscono un'indicazione delle condizioni operative, quindi l'ispezione visiva di questi strumenti consente di identificare le modalità di guasto che causano deviazioni del processo e guasti catastrofici.

L'ispezione visiva dei componenti guasti delle macchine è un importante strumento diagnostico poiché può fornire indicazioni sulle modalità di guasto e sulle ragioni che ne sono alla base.

Identificazione delle Cause di Radice



In questa fase del processo RCFA l'incidente è stato studiato e dettagliato sotto diversi aspetti, come la progettazione del sistema coinvolto, il modo in cui viene gestito e mantenuto, e sono stati identificati i potenziali fattori che contribuiscono ai guasti. Queste informazioni dovrebbero essere utilizzate per costruire una catena di cause e, quindi, per scavare più a fondo in “COSA” è successo per scoprire “PERCHÉ” è successo, identificando le cause immediate, concomitanti e profonde di un fallimento.

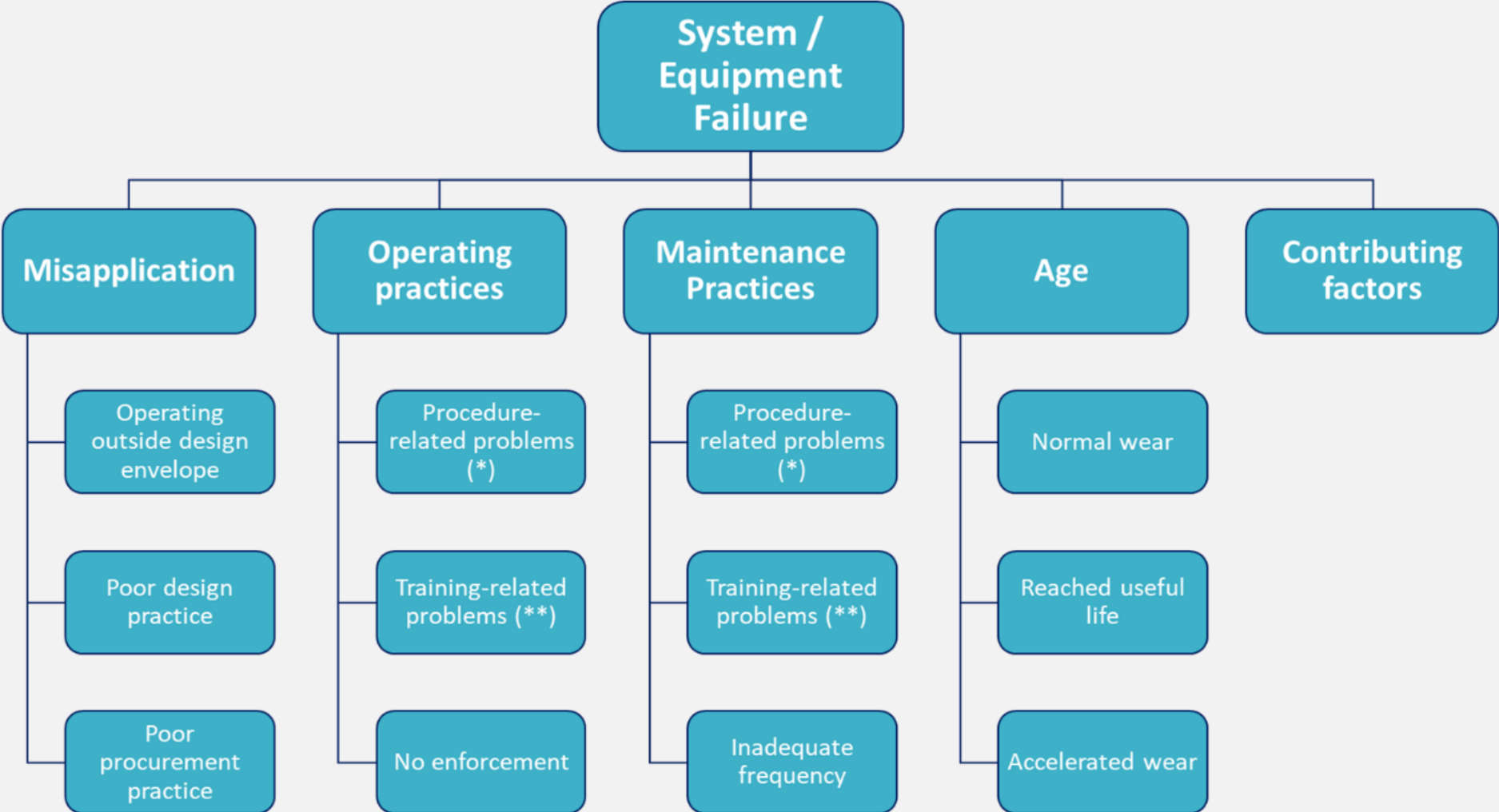
La causa immediata è in genere la prima nella catena delle cause e porta quindi direttamente al guasto. Le cause radice sono le ultime nella catena delle cause, mentre le cause (o fattori) contribuenti sono quelle intermedie tra quella immediata e quella radice.

I fattori che contribuiscono sono situazioni, circostanze o condizioni che collettivamente aumentano la probabilità di un incidente. Di per sé un fattore contribuente potrebbe non aver causato l'incidente, ma quando si verificano contemporaneamente, la probabilità che si verifichi un incidente aumenta.

Le cause più comuni di eventi di guasto possono essere raggruppate nelle seguenti macrocategorie:

- Applicazione errata;
- Pratiche operative;
- Pratiche di manutenzione;
- Età - invecchiamento;
- Procedura;
- Formazione;
- Supervisione;
- Comunicazioni;
- Ingegneria umana;
- Sistema di gestione;
- Controllo di qualità;

Cause comuni di guasto di impianti sistemi



Fattori che contribuiscono ad un incidente



Contributing factors

Procedures *

- › Not used
 - No procedures
 - Difficult to use
 - Not available
 - Use not enforced
- › Inadequate
 - Facts or methods wrong
 - Poor organization
 - Wrong revision used
 - Situation not covered
- › Followed incorrectly
 - Confusing format
 - Excessive references
 - Too technical

Training **

- › No training
 - Task not analyzed
 - Decided not to train
 - No learning objective
 - Training not enforced
- › Inadequate
 - No learning objective
 - No lesson plan
 - Poor instruction
 - No practical application
- › Not learned
 - Retention lacking
 - Too technical
 - Did not attend course
 - Mastery not verified

Supervision

- › Preparation
 - No preparation
 - No work packages
 - Training-related problems (**)
 - Inadequate scheduling
- › Selection of workers
 - Not qualified
 - Fatigued
 - Upset/personal problems
 - Substance abuse
 - Poor team selection
- › Supervision during work
 - No supervision
 - Poor crew teamwork
 - Too many other duties

Communications

- › No communication
 - No method available
 - Late communication
 - Lack of report format
- › Turnover
 - No standard process
 - Turnover process not used
 - Inadequate turnover process
- › Misunderstanding
 - No standard terms
 - Repeat back not used
 - Long messages
 - Noisy environment

Human engineering

- › Worker interface
 - Arrangement/Placement
 - Excessive lifting/twisting
 - Tools/Instruments
 - Controls/Displays
- › Work environment
 - Housekeeping
 - Ambient Environment
 - Cramped spaces
- › Complex system
 - Knowledge-based decision required
 - Monitoring to many parameters
 - Inadequate feedback

Management system

- › Policies and procedures
 - No standards
 - No strict enough
 - Confusing or incomplete
 - Technical errors
- › Standard not used
 - No communication
 - Recently changed
 - No enforcement
 - No way to implement
 - No accountability
- › Employee relations
 - No audits/evaluations
 - Lack of audit depth
 - No employee communication
 - No employee feedback

Quality Control

- › No inspection
 - No inspection required
 - No hold point
 - Hold point ignored
- › Inadequate QC
 - Poor instruction
 - Poor techniques
 - Training-related problems (**)

Brainstorming



Il processo di identificazione della Root Cause sarà sviluppato come un esercizio di brainstorming che coinvolge esperti delle seguenti discipline:

- Processo;
- Controllo e strumentazione;
- Funzionamento;
- HSE.

Inoltre, la discussione sarà guidata da un facilitatore RCFA indipendente.

Un approccio grafico può essere utile per visualizzare i fattori e le cause coinvolte e per definire le relazioni tra loro.

Sono disponibili numerose tecniche e la scelta di quella più adatta dipende da diversi fattori, primo fra tutti la tipologia e la complessità del sistema da analizzare. Di seguito vengono brevemente descritte le tecniche più comuni.

Tecnica dei 5 perché (5W)



La tecnica dei cinque perché

Si tratta di una tecnica interrogativa iterativa applicata per indagare la relazione tra cause ed effetti di un problema, ripetendo la domanda “Perché?”. Il “Cinque” è stato determinato, come regola pratica, come il numero in corrispondenza del quale la maggior parte delle cause profonde sono chiaramente identificate. Tuttavia, non è sempre necessario raggiungere 5 prima che la causa principale di un problema sia completamente spiegata; oppure potrebbero essere necessari più di 5 perché per andare a fondo della questione.

Qualsiasi 5 Perché deve affrontare due diversi problemi allo stesso tempo: il processo che ha creato la parte difettosa (“Perché realizzato?”) e il sistema di rilevamento che non è stato in grado di rilevare la parte difettosa prima che diventasse un problema (“Perché non rilevato?”).

Ci sono tre elementi chiave per utilizzare in modo efficace la tecnica dei Cinque Perché: (i) esposizione accurata e completa dei problemi – se possibile, definire il problema in termini di requisiti che non vengono soddisfatti, (ii) completa onestà nel rispondere alle domande, (iii) la determinazione ad andare a fondo dei problemi e risolverli.

Il primo “Perché” deve essere una dichiarazione chiara e concisa del difetto o del guasto che si è verificato, comprensibile anche da chi non ha familiarità con l'operazione in cui si è verificato il problema.

Il secondo “Perché” sarà una spiegazione più concisa per supportare la prima affermazione. Qui la spiegazione può ramificarsi in diverse cause profonde. Ciascuno di essi può essere seguito continuando con la propria serie di perché rimanenti.

Tecnica dei 5 perché (5W) cont.



I primi due perché permettono di focalizzare l'area in cui potrebbe essersi originato il problema; gli ultimi tre perché (o più) permettono di comprendere più a fondo il problema.

Per questo motivo, il terzo "Perché" rappresenta un passaggio fondamentale per una transizione di successo tra l'ovvio e il non così ovvio.

Per capire se l'analisi dei perché è stata fatta correttamente è importante organizzare i dati raccolti in una frase e definirli in modo comprensibile.

Se non è possibile farlo o la frase è frammentata o priva di significato, è possibile che ci sia un divario tra uno o più perché.

Se questo è il caso, la sequenza dei perché deve essere rivista per identificare le lacune e colmarle.

Tecnica di Analisi dell'Albero dei Guasti (FTA).



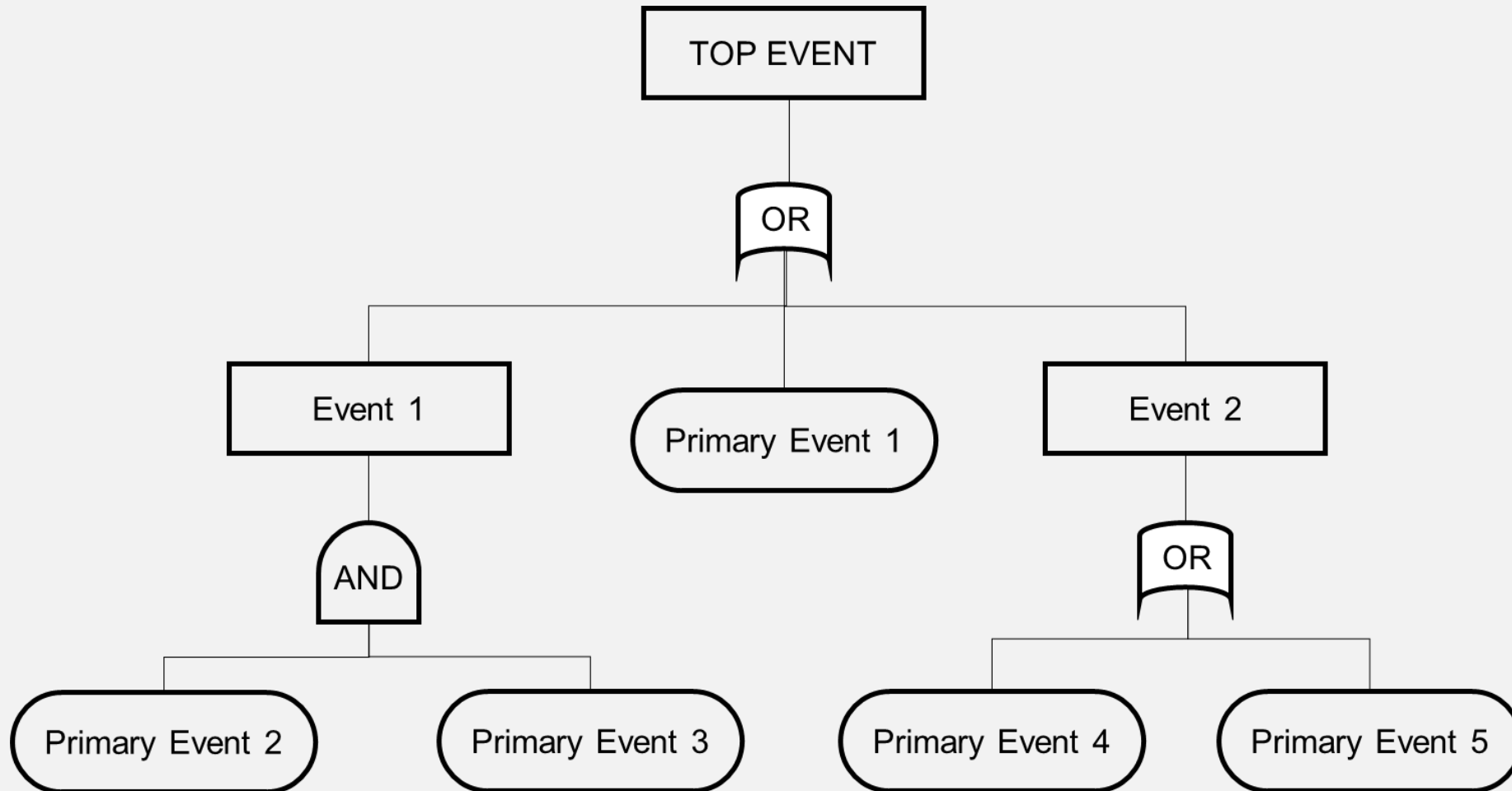
Analisi dell'albero dei guasti

Questo metodo rappresenta graficamente la logica booleana associata ad un particolare guasto del sistema (Top Event) e ai guasti o cause di base (Primary Events).

La FTA aiuta a comprendere i fallimenti del sistema in modo deduttivo e sottolinea gli aspetti di un sistema che sono importanti rispetto al fallimento degli interessi.

La struttura di un albero dei guasti è mostrata nella Figura seguente.

Struttura dell'Albero dei Guasti (FTA).



Analisi Causa-Effetto

Analisi di causa ed effetto

Questo approccio si basa su una valutazione logica delle azioni o dei cambiamenti che portano a un evento specifico utilizzando un grafico a forma di pesce (chiamato diagramma a lisca di pesce o diagramma di Ishikawa) per tracciare la relazione causa-effetto tra azioni o cambiamenti specifici e il risultato finale o evento. Il diagramma a lisca di pesce mostra tutte le possibili cause che possono aver contribuito all'evento senza fornire una chiara sequenza di eventi che portano al guasto. Tuttavia, aumenta la conoscenza del processo aiutando tutti a saperne di più sui fattori in gioco e su come sono correlati.

Il problema o l'effetto viene visualizzato sulla testa o sulla bocca del "pesce". Le possibili cause concomitanti sono elencate sulle "ossa" più piccole in varie categorie di cause. In genere, vengono tracciate quattro classificazioni principali delle cause potenziali (ovvero uomo, macchina, materiale e metodo), ma è possibile includere anche una combinazione di categorie. Una tipica struttura del diagramma a lisca di pesce è mostrata nella figura seguente.

L'analisi causa-effetto può essere riassunta nei seguenti passaggi:

1. Identificare e definire chiaramente l'esito o l'EFFETTO da analizzare;
2. Disegna la SPINA e crea il riquadro EFFETTO;
3. Individuare le principali CAUSE che contribuiscono all'effetto oggetto di studio;
4. Per ogni ramo principale, identificare altri fattori specifici che possono essere le CAUSE dell'EFFETTO;
5. Identificare livelli più dettagliati di cause e continuare a organizzarle in cause o categorie correlate;
6. Analizza il diagramma.

Diagramma di Ishikawa

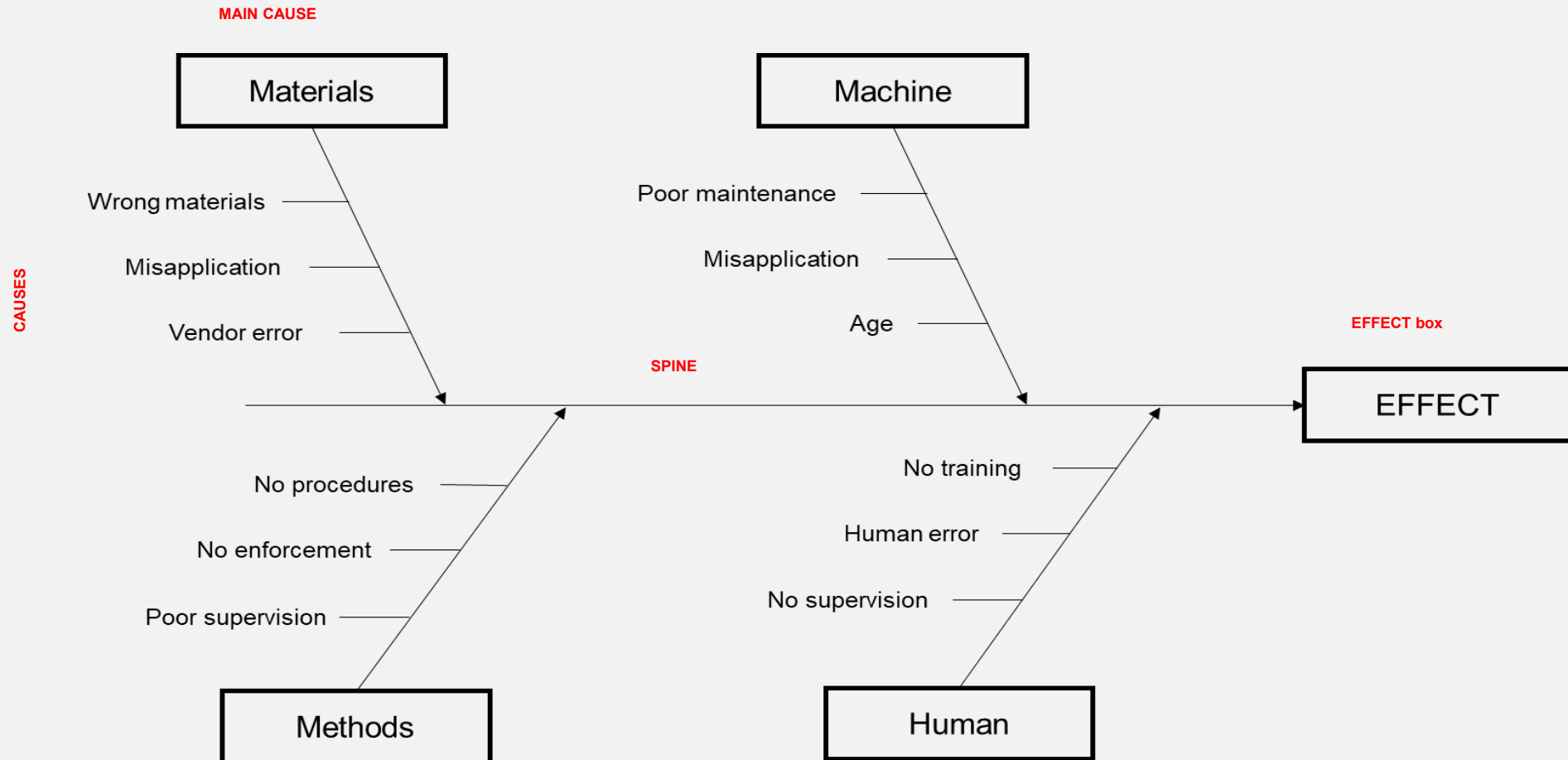


Diagramma di Ishikawa cont



Indipendentemente dalla metodologia utilizzata, il processo di investigazione deve continuare finché non vengono individuate tutte le cause profonde. È comune trovare la stessa causa principale per due o più fattori che contribuiscono.

Per essere sicuri che sia stata identificata una vera causa principale, è necessario rispondere alle seguenti domande:

- L'evento si sarebbe verificato se questa causa non fosse stata presente?
- Il problema si ripresenterà se questa causa viene corretta o eliminata?

Se le risposte sono NO, il team ha identificato le cause di radice e può interrompere il processo di domande. Se la risposta a qualsiasi domanda è SÌ, il team potrebbe non aver identificato le vere cause di radice e deve continuare il processo di investigazione per individuare le cause profonde.

Valutazione delle potenziali azioni correttive



Lo scopo della RCFA non è solo definire le cause di radice di un incidente ma anche cercare di identificare alcune **azioni correttive** che dovrebbero essere implementate.

Per raggiungere questo risultato è necessario partire senza considerare gli aspetti economici e definire un elenco di azioni correttive che risolvano le cause profonde del fallimento. Solo una volta valutate tutte le azioni possibili, è possibile prendere in considerazione i **fattori di costo**.

Vale la pena sottolineare che l'obiettivo è trovare soluzioni per risolvere le cause profonde ed eliminare tutti i fattori negativi associati all'incidente.

Nonostante ciò, in alcuni casi le uniche soluzioni accettabili sono temporanee o possono risolvere solo i sintomi o, peggio ancora, non esiste alcuna azione finanziariamente giustificabile.

In questi casi, la RCFA dovrebbe comunque documentare l'incidente e le raccomandazioni dovrebbero delineare le motivazioni della decisione e descrivere le limitazioni.

Azioni correttive e raccomandazioni



Una raccomandazione ben formulata dovrebbe descrivere in termini specifici e precisi l'azione richiesta e definire esplicitamente le condizioni alle quali si intende svolgere l'azione, al fine di evitare malintesi e interpretazioni errate.

Ciascuna raccomandazione è accompagnata dall'indicazione, quanto meno orientativa, del termine entro il quale è opportuno completarla (es. raccomandazione a breve, medio termine o lungo termine). Inoltre, se ritenuto necessario, dovrebbe essere inclusa la traccia di un programma di lavoro, al fine di definire e collocare nel tempo i punti di verifica per il monitoraggio dell'attuazione.

In alcuni casi, raccomandazioni la cui attuazione è cruciale per il riavvio dello stabilimento e la ripresa della produzione, oppure per il ripristino del servizio di una infrastruttura, possono essere anticipate rispetto al completamento delle indagini.

Azioni correttive e raccomandazioni cont.



In generale, la formulazione di una raccomandazione può essere considerata opportuna se:

- Si riferisce ad una causa principale del sistema, la cui rimozione risolve il problema;
- Indica chiaramente l'azione da intraprendere;
- È pratica, flessibile e fattibile;
- Elimina o riduce il rischio o le conseguenze;
- Include un limite temporale per l'azione richiesta;
- Individua le responsabilità per l'attuazione;
- È coerente con il sistema di gestione della sicurezza per i cambiamenti;
- È compatibile con gli obiettivi aziendali di sicurezza.

Tipi di raccomandazioni



Si possono identificare tre diversi tipi di raccomandazioni:

- Raccomandazioni volte a ridurre la probabilità che si **ripeta** (ad esempio, aumentando la frequenza delle ispezioni, migliorando il programma di manutenzione predittiva, installando apparecchiature di ricambio, aggiungendo apparecchiature di controllo ridondanti, ecc.);
- Raccomandazioni volte a ridurre al minimo **l'esposizione del personale** (ad esempio, riducendo il tempo di permanenza degli operatori in prossimità di una determinata attrezzatura, conducendo manualmente operazioni a distanza sul campo, spostando la fonte di pericolo o gli edifici di servizio);
- Raccomandazioni per **mitigare le conseguenze** (ad esempio svuotamento serbatoi, dighe, convogliamenti, cortine d'acqua, rinforzo del sistema antincendio, riduzione dei quantitativi, ecc.).

In generale, qualora siano disponibili più alternative, si dovrebbero preferire quelle che comportano una maggiore sicurezza passiva o intrinseca rispetto alle misure di sicurezza attiva.

Categoria delle raccomandazioni



Le raccomandazioni formulate possono essere suddivise, a seconda della loro natura e della profondità dello scopo proposto, in diverse categorie.

Una particolare classificazione potrà essere adottata al fine di rendere più sistematiche tutte le raccomandazioni e di facilitarne la programmazione, la pianificazione dell'attuazione e il monitoraggio.

- Raccomandazioni di Primo Livello, volte a risolvere i Fattori Causali;
- Raccomandazioni di Secondo Livello, volte a risolvere le Cause Intermedie del problema specifico;
- Raccomandazioni di Terzo Livello, volte a risolvere problemi simili;
- Raccomandazioni di quarto livello, volte a correggere il processo che crea questi problemi

Responsabilità Manageriali



La direzione ha diverse responsabilità legate alla risoluzione delle raccomandazioni.

Alcune di esse sono elencate di seguito:

- Rivedere le raccomandazioni per valutare la fattibilità, la praticità e l'efficacia;
- Stabilire programmi per l'attuazione delle raccomandazioni accettate;
- Assegnare ai singoli individui la responsabilità di implementare le raccomandazioni accettate;
- Valutare le raccomandazioni come gestione degli elementi di cambiamento;
- Fornire al personale interessato le necessarie informazioni/formazione sulle raccomandazioni;
- Delibere documentali;
- Tenere traccia dei suggerimenti fino al completamento;
- Cercare opportunità per ridurre i rischi in altri sistemi, strutture o processi applicando le raccomandazioni dell'indagine attuale a tali aree.

Analisi costi e benefici



Prima di consigliare un'azione correttiva, è importante confrontare tutte le possibili soluzioni con un'analisi costi-benefici.

Si tratta di un confronto diretto tra i costi effettivi associati a un'attività e i benefici che deriveranno dal cambiamento.

Analisi dei costi



Durante l'analisi dei costi dovranno essere quantificati due diversi tipi di costi. In dettaglio:

- **Costi legati al processo**

Questi rappresentano l'impatto del problema, dell'incidente o dell'evento sul processo, espresso in termini finanziari. Questi includono non solo i costi operativi, che rappresentano costi reali, ma anche le perdite di capacità e lo slittamento del programma di consegna, tipicamente espressi in termini di ritardi o tempi di inattività, ma qui convertiti in termini monetari. È opportuno precisare che i costi operativi, che comprendono materiali e manodopera, si riferiscono solo a quelli inconsueti ed integrativi dovuti alla specifica problematica.

- **Costi di implementazione**

Si tratta dei costi direttamente o indirettamente associati all'effettiva attuazione delle azioni raccomandate. Si tratta di costi una tantum che includono i costi operativi, come i costi dei materiali e della manodopera, e in alcuni casi possono comportare l'arresto del sistema. In molti casi, quest'ultimo fattore determina quali delle potenziali azioni correttive possono essere implementate.

Analisi dei benefici

Lo scopo dell'analisi dei benefici è quello di definire i benefici derivanti dall'implementazione di specifiche azioni correttive e di quantificare l'effettivo miglioramento che ne deriva. Per questo motivo vengono quantificati i seguenti aspetti:

- **Miglioramento dei costi legati al processo**

Ciò rappresenta il riflesso dell'attuazione di una valida azione migliorativa.

- **Riduzione del costo unitario**

Il vantaggio può essere ottenuto sia dall'incremento della capacità del sistema che dalla riduzione dei costi totali di produzione e manutenzione per unità. Vale la pena notare che, analogamente all'analisi dei costi, che quantificava solo le perdite, l'analisi dei benefici quantificava solo il guadagno ottenuto dalla correzione.

- **Aumento delle entrate**

Questo beneficio è principalmente legato all'incremento della capacità produttiva associata all'implementazione dell'azione di miglioramento.

Analisi dei benefici cont.



- **Eliminazione di costi**

Questo vantaggio è legato all'eliminazione dei costi non necessari, eccessivi o evitabili sostenuti a seguito del problema indagato.

Alcuni esempi sono:

- alti costi di manutenzione creati da una macchina con problemi cronici;
- perdite subite a causa della scarsa qualità;
- premi per gli straordinari per la manodopera di produzione e di manutenzione;
- consegne accelerate ai fornitori o lavori di riparazione esterni per spedizioni e riparazioni di emergenza;
- perdite di capacità dovute a cattive condizioni dell'apparecchiatura, funzionamento improprio, manutenzione inadeguata;
- **multe e sanzioni causate da fuoriuscite, rilasci o altra non conformità ai requisiti normativi, ecc...**

Confronto costi e benefici



L'ultimo passaggio di questa analisi consiste nel confrontare i costi e i benefici previsti al fine di determinare il valore del miglioramento raccomandato.

È facile intuire che un'azione può ritenersi valida solo se il valore dei benefici è superiore ai costi.

Però esistono delle motivazioni etiche che superano quelle economiche e che non possono essere sostituite da valutazioni meramente economiche nella applicazione delle azioni correttive e che pertanto devono essere applicate anche in caso di svantaggio economico a meno di sospendere o chiudere l'attività.

Respingimento raccomandazioni



In alcuni casi, le raccomandazioni possono essere rifiutate o modificate. Alcuni dei motivi che possono portare a ciò sono elencati di seguito:

- Un'analisi dettagliata successiva all'indagine ha indicato che l'azione proposta non era adatta perché la revisione della raccomandazione da parte del management ha evidenziato che il team non aveva identificato alcuni dei potenziali rischi legati all'attuazione della raccomandazione;
- Da un esame dettagliato della raccomandazione è emerso che la raccomandazione non è così vantaggiosa come si pensava inizialmente;
- Altre informazioni, di cui non era a disposizione lo sperimentatore/il gruppo investigativo, indicano che il potenziale problema non è così significativo come indicano i risultati dell'analisi;
- La situazione è cambiata; la raccomandazione non è più valida;
- La raccomandazione non è più necessaria perché altre raccomandazioni sono già state attuate o se ne prevede l'attuazione;
- La raccomandazione, sebbene alquanto vantaggiosa, non fornisce molti benefici.

Reportistica e follow up

Il passaggio conclusivo dell'analisi della causa principale del guasto è la preparazione del rapporto RCFA. Il documento deve includere la descrizione dell'incidente, le sue cause profonde identificate durante l'analisi e le azioni correttive e le raccomandazioni suggerite.

Di seguito viene suggerito un elenco dei capitoli che possono essere inclusi nel rapporto.

- **Riepilogo dell'incidente:** una descrizione concisa dell'incidente;
- **Condizione iniziale dell'impianto:** una breve descrizione delle condizioni al contorno al momento dell'incidente (ovvero lo stato dell'impianto all'inizio dell'incidente);
- **Evento iniziale:** una breve descrizione del guasto iniziale o dell'azione che ha innescato l'evento incidentale;
- **Descrizione dell'incidente:** una descrizione cronologica dettagliata dell'incidente che include dettagli sul rilevamento dell'evento, nome e tipo di apparecchiatura guasta, intervento dei sistemi di controllo e sicurezza, persone coinvolte, ecc...

Reportistica e follow up (cont.)



- **Azioni correttive immediate:** una descrizione di tutte le azioni temporanee e di soluzione rapida implementate per ridurre al minimo i tempi di fermo e ripristinare la produzione.
- **Cause e azioni correttive a lungo termine:** una descrizione chiara e completa delle cause profonde identificate e dei fattori che contribuiscono e una spiegazione dettagliata delle azioni correttive necessarie, con riferimento ai risultati dell'analisi costi-benefici.
- **Lezione appresa:** una descrizione della lezione appresa che dovrebbe essere trasmessa al personale competente;
- **Riferimenti e allegati:** documentazione rilevante per l'iter istruttorio;
- Descrizione dell'investigatore o della squadra investigativa;
- Descrizione del team di revisione e approvazione;
- Elenco di distribuzione.

Reportistica e follow up (cont.)



L'ultimo compito della Root Cause Failure Analysis è verificare che le azioni correttive implementate sull'impianto abbiano effettivamente risolto il problema.

A questo scopo, è necessario condurre una serie di test di conferma sul sistema migliorato per garantirne il funzionamento affidabile.

A distanza di un anno dalla fine delle investigazioni bisognerebbe fare un sommario della efficacia delle azioni introdotte.

Le azioni correttive introdotte a seguito degli incidenti vanno tenute nello storico dell'impianto/infrastruttura per tutta la sua vita di servizio.

Reportistica e follow up (cont.)



L'ultimo compito della Root Cause Failure Analysis è verificare che le azioni correttive implementate sull'impianto abbiano effettivamente risolto il problema.

A questo scopo, è necessario condurre una serie di test di conferma sul sistema migliorato per garantirne il funzionamento affidabile.

A distanza di un anno dalla fine delle investigazioni bisognerebbe fare un sommario della efficacia delle azioni introdotte.

Le azioni correttive introdotte a seguito degli incidenti vanno tenute nello storico dell'impianto/infrastruttura per tutta la sua vita di servizio.

Referenze

- [1] P0012053-H9 Root Cause Failure Analysis Procedure (3-04-2022) – RINA SPA
- [2] EGAS – HSE-P-13: EGAS Unified Incidents Reporting & Investigation Procedure
- [3] R. Keith Mobley – Root Cause Failure Analysis
- [4] Department of Energy - Washington DC – Deficiency report /Corrective action report

For more info:



CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI



**Grazie
per la vostra
attenzione**

Diomede Malvaso
Engineering Solutions
diomede.malvaso@rina.org

Our experience. Your growth.