**Affidabilità e Sicurezza nell'Industria di Processo**

Prof. Gabriele Landucci









# Lezione 28/02/2022

L'INDUSTRIA di PROCESSO ha interazioni con un mondo più ampio del SISTEMA PRODUTTIVO. Coinvolge l'AMBIENTE che non concerne solo le materie prime ma anche la sostenibilità (clima, inquinamento, ecc...). Semplificando il tutto in macroimpatti sono: ECONOMIA, AMBIENTE e PERSONE. Da ciò nasce l'HSE per garantire il rispetto delle interazioni con queste 3 matrici. SLIDE 3

Con la protezione ambientale ho come bersaglio l'ambiente, la magnitudo è proporzionale ai costi di bonifica e la frequenza è "continua".

Nella protezione delle persone abbiamo una freccia sottile e continua ed una spessa e tratteggiata. La prima riguarda le morti/infortuni ormai quasi giornalieri ma che comunque riguardano la singola persona. Noi ci occupiamo della seconda, eventi che possono ferire/uccidere molte persone ma che non accadono quasi mai.

Noi trattiamo gli eventi ad alta magnitudo e bassa frequenza (si parla di 1 evento ogni $10^{4} \div 10^{6}$ anni) cioè i disastri che accadono raramente ma con conseguenze enormi. Questa è la PROCESS SAFETY che si suddivide in:

- SICUREZZA INDUSTRIALE concerne la gestione degli incidenti pericolosi in tutte le fasi di vita di un impianto, dalla progettazione allo smantellamento;
- OCCUPATIONAL & OPERATIONAL SAFETY che sono discipline vicine alla salute, che hanno a che fare con gli incidenti durante le attività operative;
- SECURITY che è la gestione dei pericoli causati intenzionalmente (terrorismo, ecc...)

Quindi, la SAFETY sono atti non intenzionali legati a incidenti industriali, problemi di asset, catastrofi naturali mentre la SECURITY tratta crimini come guerre, terrorismo, spionaggio, ecc...

Noi tratteremo la PREVENZIONE e MITIGAZIONE per imparare a fare un'analisi di rischio e pericoli.
Il PERICOLO (HAZARD) è la potenzialità di creare un danno di qualsiasi genere mentre il RISCHIO (RISK) è la combinazione tra probabilità/frequenza (likelihood) e le conseguenze di un evento pericoloso. Allora:

$$\text{(HAZARD)}\ P = f(M) \qquad \text{(RISK)}\ R = f(f, M)$$

(M: MAGNITUDO)

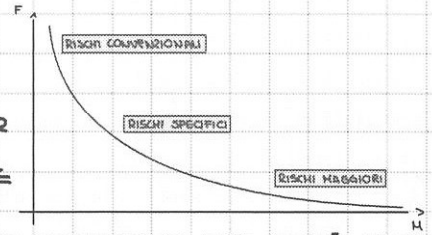
La FREQUENZA, f, è tipicamente, nel nostro ambito, misurata in $year^{-1}$ perché i problemi che tratteremo capitano raramente. La MAGNITUDO, M, indica la severità di un evento e si misura in base all'evento che si sta trattando.

Il pericolo ha una RAPPRESENTAZIONE BINARIA cioè, c'è o non c'è. Se ricade in uno dei due casi dipende dalla severità.
Il rischio, invece, va visto più come una distanza da una condizione di sicurezza. Quanto sono distante mi indica se il rischio è accettabile o meno, quindi, presuppone una valutazione quantitativa.

Per stimare il danno, si deve definire un DANNO DI RIFERIMENTO e per farlo si deve definire un target dell'evento indesiderato (persone, ambiente, impianto, azienda, ecc...).
Questi target hanno una gerarchia:

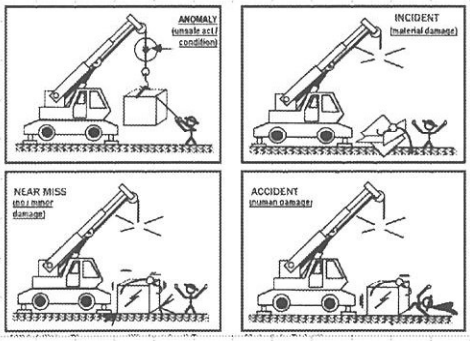
(1) PERSONE → # di morti (è univoco)
(2) AMBIENTE → costi di bonifica
(3) ASSET → manutenzione, reputazione, inefficienza

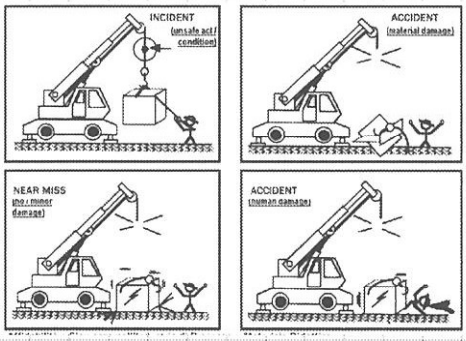
Una volta trovato il target, si cercano gli incidenti. Gli INCIDENTI RILEVANTI coinvolgono molte persone e concernono sostanze pericolose utilizzate in un impianto industriale, per quanto riguarda l'INGEGNERIA CHIMICA. Ci riguarda, inoltre, quando questo incidente presenta severe conseguenze nell'area dell'impianto ma anche fuori.
In letteratura si trova HILP (High Impact Low Probability (events)).

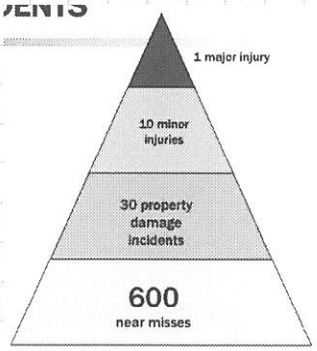



Si può graficare f e M, tipicamente la frequenza diminuisce all'aumentare della magnitudo (fortunatamente). I rischi a bassa M e alta f si chiamano RISCHI CONVENZIONALI comuni a tutti i luoghi di lavoro.
I rischi a media M e media f sono i RISCHI SPECIFICI del settore che vedono aumentare la prob. perché siamo dove si verificano.
Noi ci occupiamo dei RISCHI MAGGIORI o HILP, cioè alta M e bassa f.

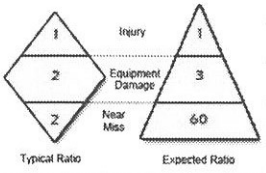
Si definiscono come NEAR MISS eventi anomali che potrebbero influenzare il lavoro causando un ACCIDENT ma che per fortuna non si manifestano in modo dannoso.
Si definiscono come INCIDENT gli eventi inaspettati che rispetto alle normali condizioni di lavoro causa danni solo agli asset, mentre si definiscono ACCIDENT gli eventi inaspettati che rispetto alle normali condizioni di lavoro causano danni alle persone.



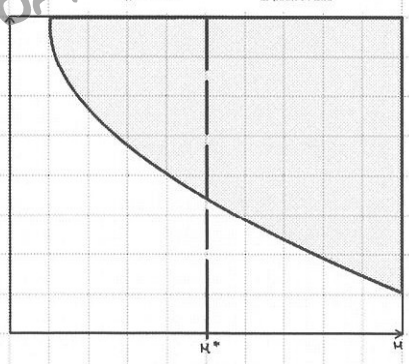




È importante riportare e trattare i near miss perché statisticamente, come riportato nella PIRAMIDE DI HEINRICH, sono molto più frequenti degli altri incidenti!
Si vede però generalmente che questi vengono trascurati e il modello di Heinrich nel mondo reale assume la forma di un rombo. È necessario, quindi, riportarli per avere un buon sistema di gestione in ottica di MIGLIORAMENTO CONTINUO.




GESTIONE DEL RISCHIO DI INCIDENTI RILEVANTI
Si hanno due approcci:

(1) Si definisce noi un limite di rischio, $R^*$, oltre il quale non è considerabile accettabile un rischio, nel grafico corrisponde alla zona colorata in blu. Questo approccio non guarda se l'incidente può essere grave o meno ma la combinazione tra magnitudo e frequenza.




(2) Si dà una $M^*$ oltre la quale si valuta, indipendentemente da f, un incidente troppo severo, quindi, non si valuta la credibilità. Non solo, tutto deve stare fuori da questo limite geografico ed è

tipico delle regioni che hanno tanto spazio.

morti consentite in OLANDA: $10^{-6}$ per anno

morti consentite in GRAN BRETAGNA: $10^{-4}$ per anno

In SLIDE 23 è mostrata la procedura di gestione del rischio: in una prima fase si identificano i pericoli che posso avere, poi si fa la VALUTAZIONE DEL RISCHIO che viene confrontata a un criterio di screening valido per il singolo stato. Se il rischio non è accettabile allora si devono attuare delle misure di riduzione del rischio ed impostare i functional requirements.
La progettazione deve affrontare periodicamente delle revisioni di sicurezza.

L' HAZARD AND RISK ASSESSMENT si spacchetta in questo modo: si introduce l'incidente da analizzare, e questo lo si fa per tutti i pericoli che identifichiamo, poi si valutano contemporaneamente le frequenze e la magnitudo per poi ricomporsi nella determinazione del rischio.




master COPY
master COPY COPISTERIA

Ieri abbiamo introdotto i temi HSE, quelle materie legate alla valutazione di impatto ambientale, sicurezza sul lavoro ecc…
Tutte cose fuori da all'ambito di questa materia che tratta esclusivamente processi (chimici) in cui si utilizzano sostanze pericolose; l'abbiamo estesa a eventi con alta magnitudo e bassa frequenza (likelihood).
Noi per valutare il rischio presente in un impianto usiamo la QRA, una stima quantitativa per determinare l'accettabilità di un rischio.

**ANALISI QRA** (Quantitative Risk Assessment)
SLD 2 si vede un esempio di rappresentazione spaziale del rischio, ci sono zone a iso-rischio cioè zone in cui ho la stessa quantificazione del rischio.
Altre volte si rappresenta come frequenza cumulata di scenari che hanno un dato livello di impatto. In questa seconda opzione sono rappresentate delle rette che rappresentano i criteri di accettabilità. Si osserva che sono rette finite perché non avremo infiniti incidenti!

Queste analisi di rischio comunque hanno un costo rilevante che non risulta un costo produttivo. Ovviamente è comunque una piccola percentuale al costo di impianto e operativamente lo fanno delle compagnie HSE esterne specializzate.

C'è un SAFETY GATE da affrontare, si faranno delle verifiche di sicurezza durante la progettazione e in caso di riscontro positivo si approva il progetto.

L'APPROCCIO consiste in 4 questioni da affrontare:

1. Cosa può andare storto? Si adottano le <u>tecniche di identificazione dei pericoli</u> per capire cosa può andare storto;
2. Quali sono le cause?
3. Quali sono le conseguenze? Queste tecniche non solo mi identificano i pericoli ma mi permettono anche di rintracciare le relative cause. Una volta fatto ciò devo quantificare le conseguenze dei pericoli;
4. Quanto è credibile che si verifichino tali conseguenze date queste cause? A questa domanda si risponde nella valutazione del rischio e presenta una <u>valutazione di tipo quantitativo</u>.

Ovviamente in queste valutazioni rientra la particolarità del criterio di accettabilità del rischio: lo stesso rischio non è accettabile, per legge e/o per policy, in tutti i posti/aziende/impianti.