

“ATEX”

VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI MISCELE ESPLOSIVE

**Finalità della Analisi dei rischi di
esplosione, le Tecniche di valutazione
ed alcuni Esempi di applicazione**

Ing. Fausto Zani

Ing. Mauro Dallapina

Unione Industriali di Bergamo - 26 Giugno 2003

Scopo del Direttiva 94/9/CE

⇒ **definire i requisiti essenziali di sicurezza e salute per:**

- **apparecchi non elettrici destinati ad essere usati in atmosfera potenzialmente esplosiva o in ambienti potenzialmente esplosivi a causa della presenza di polveri**
- **sistemi di protezione e dispositivi di sicurezza destinati ad essere utilizzati anche fuori da atmosfere esplosive (ma utili od indispensabili per il funzionamento in sicurezza degli apparecchi stessi)**
- **sistemi di protezione relativamente al rischio di esplosione (per il contenimento dei suoi effetti)**

Atmosfera esplosiva

e' una miscela di:

1) sostanze infiammabili allo stato di gas, vapori, nebbie, o polveri

2) in aria

**3) in determinate condizioni atmosferiche
($T = -20, + 40 \text{ }^\circ\text{C}$; $P = 0,8 - 1.1 \text{ bar}$)**

4) in cui, a seguito di un innesco, la combustione si propaga alla miscela non bruciata

Atmosfera potenzialmente esplosiva

e' una miscela di sostanze infiammabili che si trasforma in atmosfera esplosiva a causa di condizioni locali ed operative particolari.

E' solo a questo tipo di atmosfere “*potenzialmente*” esplosive che sono destinati i **prodotti che ricadono nell'ambito di applicazione della ATEX,**

purchè sussistano tutti i requisiti di atmosfera esplosiva elencati ai punti da 1) a 4) nella definizione precedente.

Ambito di applicazione della Valutazione dei Rischi nella ATEX

Una Valutazione dei Rischi deve tener conto di “*tutte*” le possibili condizioni operative in cui il prodotto può trovarsi, ivi incluse quelle derivanti da *anomalie e guasti* del prodotto stesso e nelle condizioni al contorno in cui si trova ad operare con lo scopo di minimizzare i rischi derivanti dall’uso di “*prodotti*” all’interno od in relazione ad una atmosfera esplosiva.

Scopo della Valutazione dei Rischi

- ⇒ **supporta la valutazione di conformità del fabbricante**
- ⇒ **individua le aree interessate da atmosfere esplosive**
- ⇒ **classifica le aree stesse in funzione della probabilità di esplosione ad esse associate**
- ⇒ **facendo ricorso alla classica definizione del rischio:**

$$R = f [P \text{ (probabilità)} \times M \text{ (magnitudo)}]$$

Perchè la Valutazione dei Rischi ?

La ATEX, introducendo il concetto della Valutazione dei Rischi, segue la tendenza a privilegiare, rispetto alla adozione di requisiti di buona tecnica, la nozione di “*valutazione preventiva di un impiego conforme alla destinazione d’uso del prodotto*”.

Per questo motivo, in una concezione più corretta della sicurezza, rientrano doveri diversi, ma interconnessi di due soggetti distinti:

- il **FABBRICANTE** del prodotto
- l’utente finale (**UTILIZZATORE**)

in quanto la valutazione del rischio di esplosione di un prodotto non può prescindere dalle condizioni effettive del suo impiego.

Responsabilità indotte dalla Valutazione dei Rischi

Il fabbricante è responsabile dei requisiti di sicurezza dei prodotti in rapporto alla loro classificazione ATEX.

L'utilizzatore (Datore di Lavoro - 626) è responsabile degli ambienti di lavoro e delle lavorazioni e quindi dell'utilizzo del prodotto appropriato.

Come tale, deve:

- dimostrare che il rischio di esplosione è stato compiutamente analizzato**
- adottare tutte le misure di sicurezza necessarie**
- mantenere aggiornato il Documento di Valutazione dei Rischi**

I doveri del fabbricante

Il fabbricante è tenuto dalla Direttiva ATEX a garantire (= dimostrare in modo riproducibile), nel rispetto di criteri definiti e normati e, se necessario, anche accreditati e certificati da Enti od Istituti riconosciuti) :

- **la disponibilità della documentazione utile per una informazione completa degli accorgimenti adottati al fine di prevenire (intrinsecamente) il rischio di esplosione del suo prodotto**
- **all'utente, nei Manuali di installazione e d'uso del prodotto, tutte le informazioni utili affinché il prodotto venga utilizzato nelle condizioni e negli ambienti per il quale è stato progettato e rispetto a cui sono state definite le sue caratteristiche di**

La valutazione del fabbricante

La valutazione dei rischi viene eseguita dal fabbricante al fine di:

- **supportare una progettazione basata su un concetto di sicurezza integrata, volta a minimizzare il pericolo di formazione di una miscela esplosiva,**
- **ridurre al minimo accettabile la possibilità di inneschi**
- **ed, in ogni caso, garantire la possibilità di contenimento, soffocamento o sfogo della esplosione per minimizzarne gli effetti,**
- **tenendo conto anche di eventuali difetti di funzionamento o guasti**

indipendentemente dalle condizioni di uso del prodotto che non possono essergli note.

I doveri dell'utente

La valutazione dei rischi viene eseguita dal Datore di Lavoro (utente) nei luoghi di lavoro in cui esiste un rischio di miscela esplosiva (con la esclusione di esplosivi e delle sostanze chimicamente instabili), come estensione degli adempimenti di cui all'Art. 4 comma 2 del DLgs 626/94 (prossimo imminente recepimento della 15^a Direttiva particolare 1999/92/CE: *futuro Titolo VIII-bis*), al fine di:

- **prevenire la formazione delle miscele esplosive**
- od, in alternativa, se questo non fosse possibile:**
- **evitarne l'accensione (eliminare le fonti di innesco)**
- **attenuarne gli effetti**

La valutazione dell'utilizzatore

La Valutazione dei Rischi viene condotta dal Datore di Lavoro, nelle specifiche condizioni d'uso e dei luoghi di lavoro, tenendo conto di:

- **probabilità e durata di atmosfere esplosive**
- **probabilità di presenza di fonti di accensione**
(incluse le scariche elettrostatiche)
- **caratteristiche impianto, processi e loro interazioni**
- **entità degli effetti**

nel “Documento sulla protezione contro le esplosioni”

Con la Valutazione dei Rischi, il Datore di Lavoro individua le aree e le suddivide in zone, con opportuna segnalazione nei punti di accesso.

Quale rapporto fra fabbricante ed utilizzatore ?

Il **fabbricante** valuta il rischio del proprio prodotto:

???



e ne definisce i requisiti in ottemperanza alla ATEX...

...fornendo le necessarie informazioni all'utilizzatore.

L'**utilizzatore** valuta il rischio di esplosione nelle effettive condizioni operative, in cui il prodotto deve operare (Titolo VIII-bis DLgs 626/94) in accordo alla Direttiva 1999/92/CE ...

OK !!

...ed adotta le misure di necessarie per la tutela della salute e la sicurezza dei lavoratori, fra cui l'adeguata selezione / installazione/ esercizio del prodotto in rapporto alla classe delle zona a rischio.

Dove valutare il Rischio di

presenza di una atmosfera

“potenzialmente” esplosiva ?

NON all'INTERNO di un apparecchio, a meno che, a causa della sua costruzione o del suo funzionamento, possa creare **all'ESTERNO** un atmosfera esplosiva.

L'apparecchio deve però essere dotato di una sua sorgente di **INNESCO** (indipendente dalle condizioni d'uso):

- scintille elettriche, archi, lampi, scariche elettrostatiche
- radiazioni ionizzati, radiazioni ottiche
- superfici calde, gas caldi
- fiamme libere
- scintille meccaniche
- compressione
- inneschi chimici (con la esclusione di instabilità e esplosioni)

Elementi di Valutazione dei Rischi

La valutazione dei rischi nei luoghi in cui può formarsi una miscela esplosiva e quelli ad esso collegati, terrà conto di:

- **tipo di miscela esplosiva**
- **cause che la determinano**
- **sua persistenza (*)**
- **eventuale presenza di fonti di innesco**
- **ampiezza degli effetti sulle persone e sulle cose (*)**

con lo scopo di adottare le misure tecniche e organizzative necessarie, classificando le aree in zone in funzione del livello di rischio

() può necessitare di un modello previsionale*

Classificazione delle zone

La classificazione in zone, in un contesto industriale (cui corrispondono i prodotti ATEX del Gruppo II), in relazione alla “potenziale” presenza di gas, vapori e polveri esplosive, compete all’utente, nei luoghi di lavoro ed attività lavorative che contengono o possono dar luogo a pericolo di esplosione, in conseguenza della sua Valutazione dei Rischi.

Il fabbricante fornisce tutti i particolari relativi ai Gruppi ed alle Categorie del prodotto, affinché l’utente possa decidere in quale zona il prodotto ATEX può operare in sicurezza, anche se non potrà prevedere dove e come effettivamente opererà.

Definizione delle zone con pericolo di esplosione (Allegato I Dir. 1999/92/CE)

Devono essere individuate nella valutazione dei rischi e segnalate in modo opportuno e congruente (All. III)

Definizione della zona

Gas/Vapori/Nebbie

Polveri

L'atmosfera esplosiva:

è presente continuativamente, o per lunghi periodi, o si manifesta frequentemente

0

20

è probabile che si verifichi in condizioni normali di esercizio

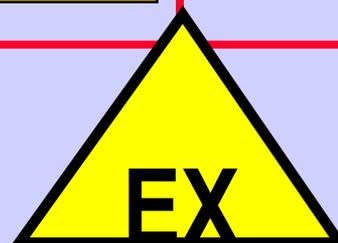
1

21

non è probabile che si verifichi in condizioni normali di esercizio, ma se si produce, perdura per un breve periodo

2

22



Decorrenza degli obblighi

Le Misure di sicurezza previste in Allegato II debbono essere adottate entro le seguenti scadenze di legge:

Messa in esercizio/utilizzo od esistenza dei luoghi di lavoro con rischio di esplosione:	Allegato II, Parte A	Parte B
<p>Attrezzature già utilizzate o a disposizione dell'impresa/stabilimento prima di 30/6/03</p>	<p>dal 30/06/2006</p>	
<p>Attrezzature messe a disposizione dell'impresa/stabilimento dopo di 30/6/03</p>	<p>dal 30/06/2003</p>	<p>ATEX</p>
<p>Luoghi di lavoro già utilizzati prima del 30/6/03</p>	<p>dal 30/06/2006</p>	<p>ATEX</p>
<p>Luoghi di lavoro utilizzati per la prima volta dopo di 30/6/03</p>	<p>dal 30/06/2003</p>	<p>ATEX</p>

ATEX

Utilizzo di prodotti "ATEX" compatibili con la classificazione della zona in cui deve operare in accordo alla Dir. 94/92/CE

Misure minime di sicurezza

(Allegato II, Parte A - Dir. 1999/92/CE)

Devbono essere garantite adeguate misure minime di sicurezza in tutti i posti e luoghi di lavoro classificati

Misure di sicurezza da adottare

Zona 0/20

Zona 1/21

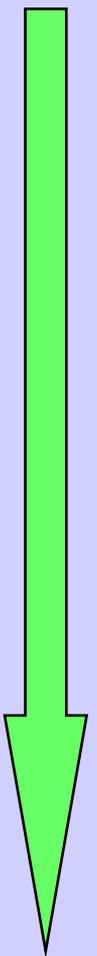
Zona 2/22

Misure di sicurezza da adottare	Zona 0/20	Zona 1/21	Zona 2/22
Formazione dei lavoratori sul rischio di esplosione	X	X	X
Istruzioni operative scritte	X	X	X
Permessi di lavoro per accesso alle aree classificate	X	X	
Sistemi per la rimozione rapida di gas,vapori, polveri	X		
Uso di indumenti di lavoro antistatici	X		
Adeguate impiego di attrezzature,impianti,dispositivi	X	X	X
Dispositivi ottico/acustici di allarme tempestivo	X	X	
Verifica preventiva dell'impianto prima dell'esercizio	X	X	
Sistemi per garantire condizioni di sicurezza in caso di mancanza di energia elettrica od emergenza	X	X	X

Classificazione del prodotto

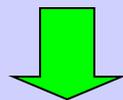
GRUPPO II

Prodotti ATEX con destinazione “ industriale”

- 
- **CAT. 1** Progettato per garantire un livello di protezione molto elevata \Rightarrow Elevata probabilità che si manifestino o rilevino sempre, spesso o per lunghi periodi delle atmosfere esplosive ($> 10^{-1}$) **Idoneo per Zone 0 / 20**
 - **CAT. 2** Progettato per garantire un livello di protezione elevata \Rightarrow Probabilità che si manifestino delle atmosfere esplosive ($10^{-2} - 10^{-1}$) **Idoneo per Zone 1 / 21**
 - **CAT. 3** Progettato per garantire un livello di protezione normale \Rightarrow Scarsa probabilità che si manifestino atmosfere esplosive ($10^{-3} - 10^{-2}$) **Idoneo per Zone 2 / 22**
 - **Non è necessario alcun requisito** \Rightarrow Probabilità trascurabile che si manifestino delle atmosfere esplosive ($< 10^{-3}$ in dipendenza di fattori e cause incidentali)

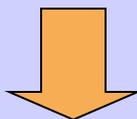
Fasi di Analisi del Rischio

Identificazione dei pericoli: Procedure sistematiche di identificazione di tutti i pericoli di esplosione



Elenco numerato dei pericoli

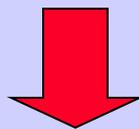
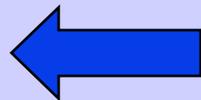
Stima dei rischi: Determinazione delle probabilità con la quale i pericoli identificati potrebbero realizzarsi e della corrispondente gravità degli eventuali danni che essi determinano



Probabilità e Aree di impatto

Valutazione dei rischi: Applicazione di criteri riconosciuti di accettabilità del rischio e dei benefici derivanti dalla modifica del progetto

Rischio accettabile



Analisi costi - benefici

Analisi delle opzioni di riduzione del rischio: identificazione, selezione e modifica del progetto per la riduzione del rischio

Tecniche di Analisi dei rischi

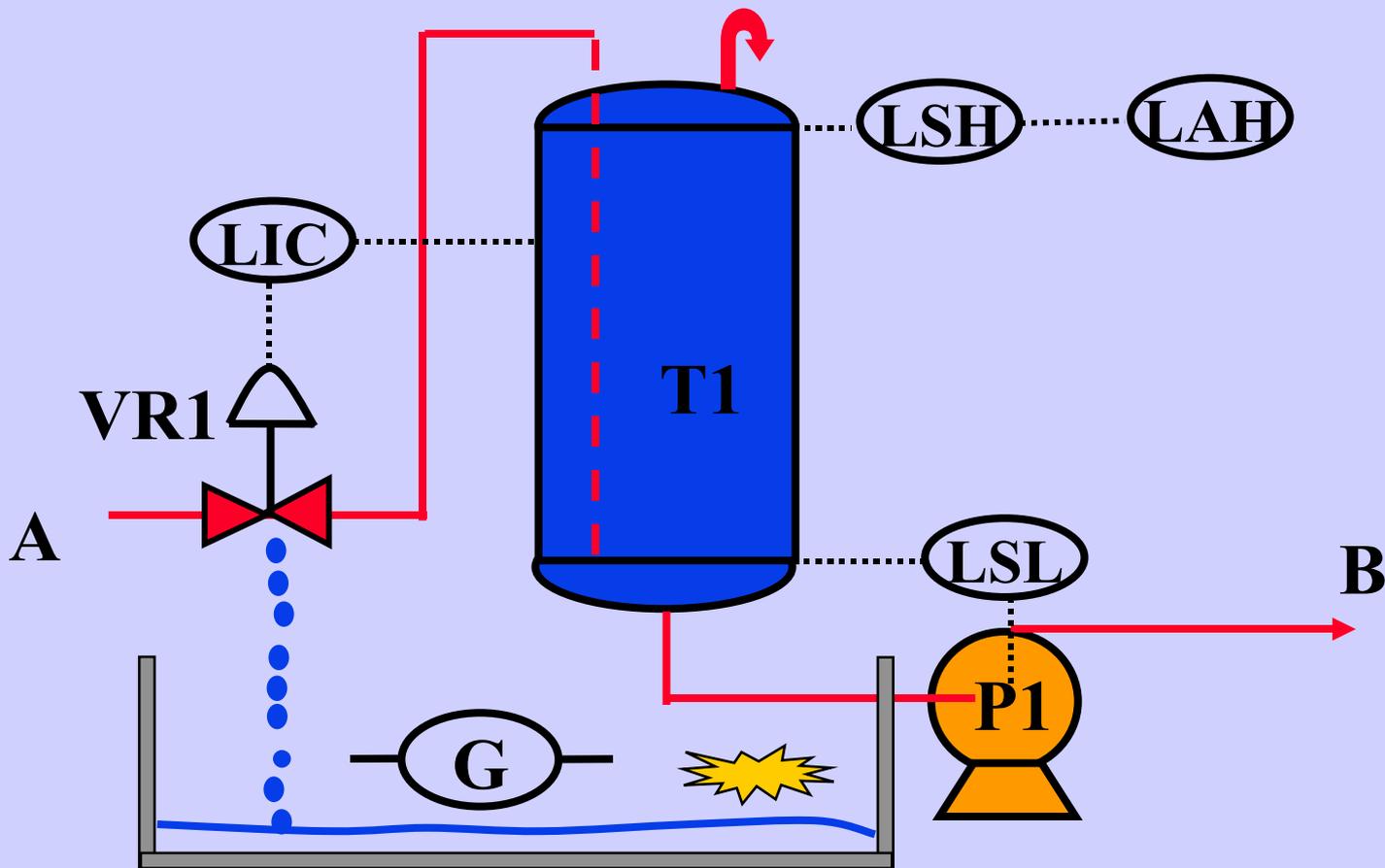
Identificazione dei pericoli

- **FMEA Failure Mode and Effects Analysis:**
identificazioni degli effetti conseguenti a guasti singoli di componenti o dispositivi di sicurezza
- **HazOp Hazard and Operability Analysis:**
identificazioni degli effetti conseguenti a deviazioni dei parametri di processo

Stima delle probabilità di accadimento

- **FAULT TREE Albero dei Guasti:**
combinazione di eventi che comportano un effetto indesiderato (TOP EVENT)
- **EVENT TREE Albero degli eventi:**
sequenze incidentali originate da un Top Event, in concomitanza di eventi che ne condizionano l'evoluzione

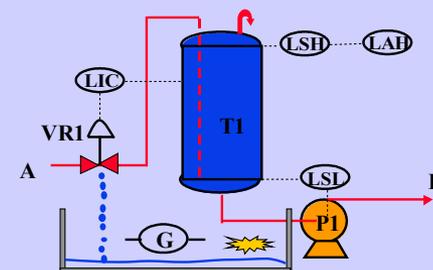
Esempio di applicazione



Esempio di applicazione - FMEA

FMEA – Failure Mode & Effects Analysis

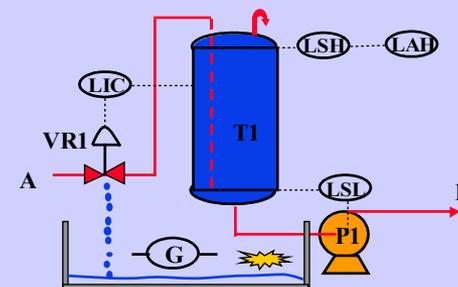
COMPONENTE	MODO DI GUASTO	EFFETTI		DISPOSITIVI DI PROTEZIONE	TOP EVENT
		SUL COMPONENTE	SUL SISTEMA		
Valvola di regolazione VR1	Mancata apertura	Basso livello in T1	Mancata alimentazione al sistema B		TOP 2
		Cavitazione pompa P1		Blocco pompa P1 per basso livello LSL	TOP 3
	Mancata chiusura	Alto livello in T1	Tracimazione nel bacino di contenimento	Blocco alto livello LSH, con segnalazione di allarme LAH per intervento operatore. Rilevazione di vapori infiammabili nel bacino	TOP 1
	Perdita tenuta stelo valvola	-	Rilascio di liquido infiammabile nel bacino di contenimento	Rilevazione di vapori infiammabili nel bacino	TOP 1



Esempio di applicazione - HazOp

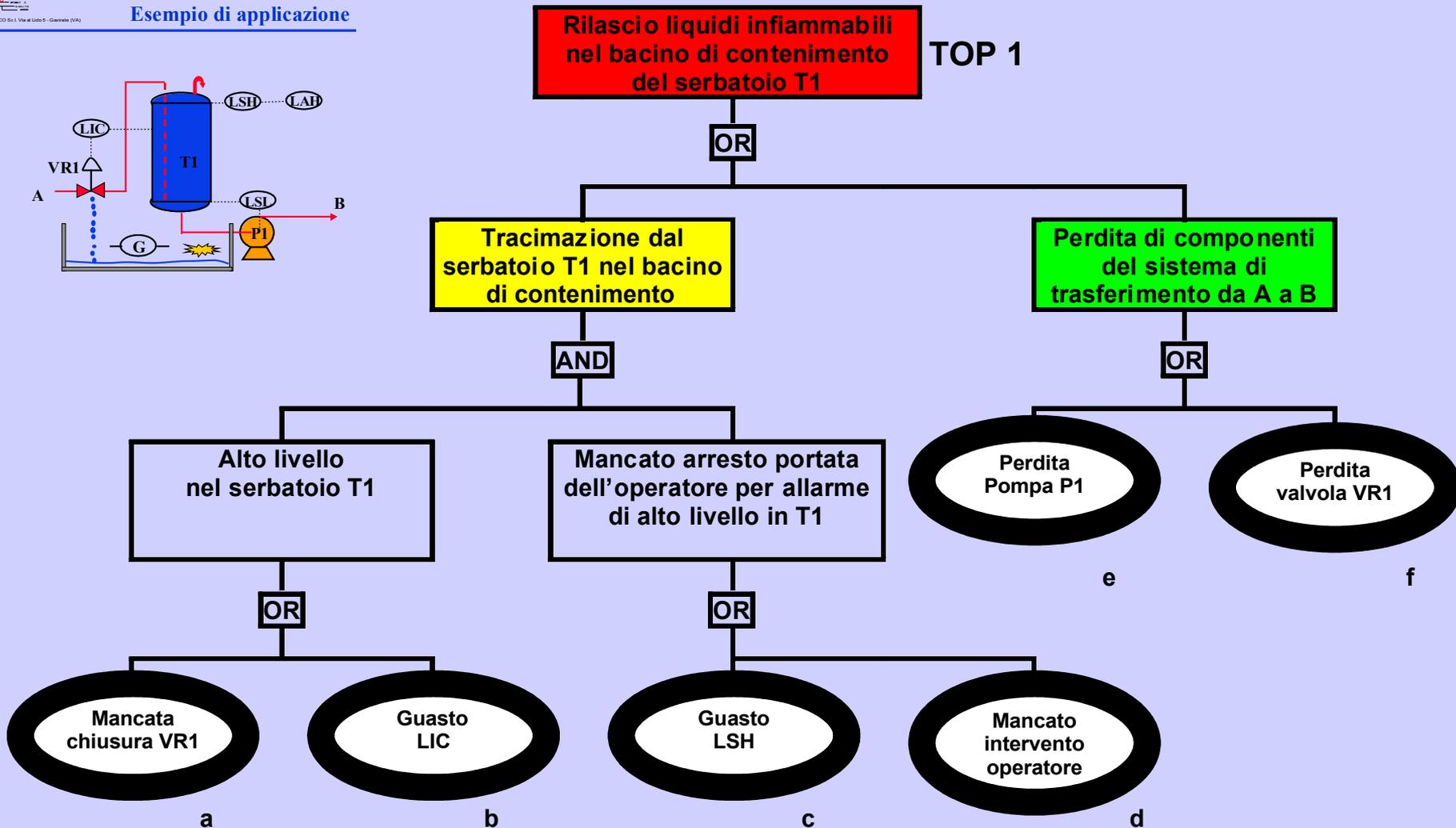
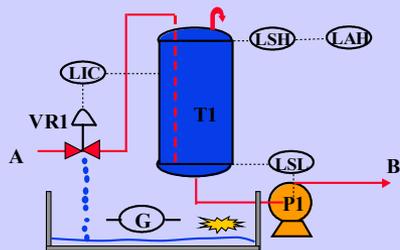
HazOp – Hazard and Operability Analysis

DEVIAZIONE		CAUSA	CONSEGUENZE SUL SISTEMA	DISPOSITIVI DI SICUREZZA		TOP EVENT	
Parola guida	Parametro			PREVENZIONE	PROTEZIONE		
Meno (NO)	Portata a sistema B	Basso livello in T1	Mancata alimentazione al sistema B	Regolazione livello in T1 tramite LIC-VR1		TOP 2	
		Guasto pompa P1					
Meno	Livello in T1	Mancata apertura valvola VR1	Meno portata al sistema B			TOP 3	
		Guasto LIC		Cavitazione pompa	Blocco basso livello in T1 LSL		
Più	Livello in T1	Mancata chiusura valvola VR1	Tracimazione da T1 nel bacino di contenimento	Blocco alto livello LSH con segnalazione di allarme LAH	Rilevazione di vapori infiammabili nel bacino di contenimento	TOP 1	
		Guasto LIC					



Esempio di applicazione - Fault Tree

Esempio di applicazione



$$P(TOP) = [P(a) \times P(c) + P(a) \times P(d) + P(b) \times P(c) + P(b) \times P(d)] + [P(e) + P(f)]$$

Esempio di applicazione - Event Tree

TOP EVENT	Rilevazione vapori infiammabili nel bacino	Intervento operatore su segnalazione di potenziale miscela esplosiva	Innesco immediato vapori infiammabili	Innesco ritardato della nube esplosiva	Possibili effetti e Scenari incidentali	
Rilascio di liquidi infiammabili nel bacino T1 P(TOP)			NO	Non Possibile	Eliminazione del rilascio e prevenzione esplosione / incendio	
		SI	SI		Incendio (Flash Fire) qd Esplosione (solo se confinata)	
	SI			Non Possibile		
				SI	Non Possibile	Incendio (Flash Fire) qd Esplosione (solo se confinata)
			NO	NO	NO	Permanenza di una miscela esplosiva
					SI	Explosione (solo se confinata)
					NO	Permanenza di una miscela esplosiva
	NO			NO	SI	Explosione (solo se confinata)
		Non Possibile			Explosione (solo se confinata)	
			SI			
				Non Possibile	Incendio (Flash Fire) qd Esplosione (solo se confinata)	

$$P(\text{Esplosione}) = R(\text{TOP}) \times [P(\text{Rilevaz.}) \times P(\text{No Operatore}) \times P(\text{Innesco Ritardato}) + P(\text{No Rilevaz.}) \times P(\text{Innesco Ritardato})]$$

$$P(\text{Miscela Esplosiva}) = R(\text{TOP}) \times [P(\text{Rilevaz.}) \times P(\text{No Operatore}) \times P(\text{No Innesco Imm/Rit}) + P(\text{No Rilevaz.}) \times P(\text{Innesco Imm/Rit})]$$

Lo sviluppo pratico dell'analisi-logico probabilistica

Un esempio classico:

- a) **Sovrariempimento di un serbatoio di prodotti infiammabili:** durante il trasferimento dei prodotti a stoccaggio potrebbe verificarsi il caso, per disattenzione od errore del personale addetto, e per guasto della strumentazione di misura della portata ed indicazione di livello, che il prodotto in trasferimento non venga a tempo debito inviato ad altro serbatoio, con la conseguenza che il serbatoio ricevente non abbia più capacità ricettiva sufficiente.

Si verrebbe, in tal caso, alla fuoriuscita di prodotto dalla sommità del serbatoio all'interno del locale.

Individuazione degli Eventi pericolosi

oppure, per banalizzare:

- b) **Perdita di pompe** durante un trasferimento interno o durante la carica su autobotte
- c) **Perdita di valvole** di fondo dei serbatoi o perdite da guarnizioni flangiate
- d) **Perdita di tubazioni** per corrosione, usura o difetto delle tenute
- e) **Fuoriuscita prodotti dal tubo di drenaggio del tetto nei serbatoi a tetto galleggiante**
- f) **Fuoriuscita prodotti durante il caricamento delle autobotti** (per disattenzione dell'operatore)

Scenari incidentali

Con riferimento ai dati disponibili, è possibile ipotizzare e stimare la probabilità di accadimento di altri scenari incidentali, quali ad esempio:

- **RILASCIO DI PRODOTTI INFIAMMABILI NEL BACINO DI CONTENIMENTO** per perdite accidentali o per tracimazione dal serbatoio dovuta a un sovrariempimento
- **RILASCIO DI PRODOTTI INFIAMMABILI IN BAIA DI SCARICO** per distacco o rottura manichetta flessibile o sovrariempimento

con conseguente:

- **DISPERSIONE NEL TERRENO**
- **EVAPORAZIONE E DISPERSIONE DI VAPORI INFIAMMABILI**
- **INCENDIO** in caso di mancato od inefficace intervento dell'impianto antincendio a schiuma

Sequenze di eventi

La sequenza di eventi più preoccupante, a cui corrisponde il massimo incidente credibile è quindi rappresentata da:



Ai fini del calcolo della probabilità della sequenza incidentale, occorre risalire alla probabilità di ciascun evento ad essa contribuyente, sulla base delle considerazioni seguenti.

Frequenze di guasto

TAB. 1A RATEO E MODO DI GUASTO DI COMPONENTI

COMPONENTE	RATEO DI GUASTO/ANNO
Giunzioni di tubazioni o strumentazione in linea	350×10^{-3}
Valvole	260×10^{-3}
Alberi rotanti di pompe o agitatori	60×10^{-3}
Manichette in pressione	$35. \times 10^{-3}$
Serbatoi in pressione	17×10^{-3}
Tenute su flange	$4. \times 10^{-3}$
Tubazioni	2×10^{-3}

Frequenze di perdite

TAB. 1B RATEO E MODO DI GUASTO DI COMPONENTI PER CLASSI DI DIAMETRO

COMPONENTE	TIPO/ DIAMETRO	TASSO DI GUASTO [guasto/comp. x anno]	MODO DI GUASTO		
FLANGE	RJ RF	2.6×10^{-4} 2.6×10^{-3}	Rottura totale di una guarnizione Rottura di metà guarnizione		
VALVOLE	- -	7.9×10^{-5} 8.8×10^{-6}	Perdita guarnizione dallo stelo Rottura corpo valvola		
TUBAZIONI (*)	1" 2" 3" 4" 6" 8" 10" 12"	4.0×10^{-5} 1.9×10^{-5} 1.4×10^{-5} 9.5×10^{-6} 6.0×10^{-6} 4.9×10^{-6} 4.0×10^{-6} 3.2×10^{-6}	Diametro equival. / Diametro tubaz.	% del tasso di guasto totale	
				> 2"	< 2"
			0.01	0.60	-
			0.05	0.25	0.60
			0.20	0.10	0.25
			1.00	0.05	0.15
VESELS		3.0×10^{-5} 3.0×10^{-6}	Foro di 50 mm di diametro Rottura catastrofica		

(*) Il rateo di guasto è espresso in [guasto/metro x anno]

Stima delle Probabilità dei Top Event

SCHEMA RIASSUNTIVO DEI RISULTATI LOGICO-PROBABILISTICI DEGLI EVENTI PRINCIPALI IDENTIFICATI

TOP	DESCRIZIONE EVENTI	STIMA FREQUENZA DI EVENTO AL TEMPO DI MISS. di 1 anno	EVENTI INIZIATORI PRINCIPALI	PRINCIPALI MISURE PREVENTIVE	POSSIBILI CONSEGUENZE
1	Tracimazione prodotti petroliferi nel bacino di contenimento	7.1×10^{-3}	<ul style="list-style-type: none"> • Errori umani nella lettura del livello dei serbatoi o nella connessione autobotte-serbatoio • Guasto dell'indicazione di livello 	<ul style="list-style-type: none"> • Lettura periodica dei livelli e controllo in campo durante le operazioni di carico da nave e trasferimento 	<p>Il rilascio di Gasolio può comportare l'evaporazione e l'incendio in un bacino di contenimento, in caso di forte innesco della nube formatasi.</p> <p>In ogni caso, è possibile la diffusione nel terreno, per quanto la sua natura argillosa escluda un rischio elevato per la falda acquifera sottostante</p>
	Perdita accidentale in bacino da tubazioni, valvole e connessioni	5.0×10^{-2}	<ul style="list-style-type: none"> • Perdita considerevole da tubazione, valvole o flange di connessione al serbatoio 	<p>Revisione periodica programmata dei serbatoi e relative tubazioni e connessioni</p> <p>Ispezione giornaliera all'interno dei bacini</p>	
-	Perdita in baia di carico autocisterne	1.0×10^{-1}	<ul style="list-style-type: none"> • Spostamento autocisterna • Sovrariempimento durante il carico da boccaporto 	<p>Presenza costante in loco dell'operatore e dell'autista durante tutta la fase di carico, al fine di controllare la perfetta efficienza del sistema fino all'arresto dell'operazione.</p> <p>Pavimentazione impermeabilizzata in cemento con drenaggio verso le vasche di raccolta e decantazione</p>	<p>Il rilascio di Gasolio può comportare l'evaporazione e l'incendio, in caso di innesco della pozza formatasi.</p>
2	Mancato intervento dell'impianto antincendio antincendio	Per indisponibilità di componenti idraulici: 2.46×10^{-4}	<ul style="list-style-type: none"> • Mancata partenza od arresto pompe • Guasto pressostato di avviamento pompe • Erronea posizione valvole dopo test periodico di funzionalità gruppo idraulico 	<p>Verifica periodica programmata di funzionalità ed efficienza dell'impianto antincendio</p>	<p>Indisponibilità di intervento con schiuma nel parco serbatoi in caso di rilascio per contenimento della evaporazione ed incendio.</p>

Frequenze di innesco

INNESCO IMMEDIATO DI UN GETTO DI GAS/VAPORE

Portata di rilascio (kg/s)	Probabilità JET-FIRE
< 1	0.01
1 - 50	0.07
> 50	0.3

INNESCO RITARDATO DI UNA NUBE DI GAS/VAPORE

Massa infiammabile (kg)	Probabilità	
	UVCE	FLASH-FIRE
< 100	-	0.01
100 - 1000	0.001	0.03
> 1000	0.03	0.1

INNESCO IMMEDIATO DI UNA POZZA DI LIQUIDO

Diametro pozza (m)	Probabilità POOL FIRE	
	Flash Point < 21 °C	21 °C < Flash Point < 55 °C
< 10	0.01	0.001
> 10	0.05	0.005

Alberi di evento

Rilevazione ed intervento	Innesco immediato	Innesco differito	FREQUENZA ATTESA DEGLI SCENARI INCIDENTALI				
			Scenario x: $W_x =$	S1	S2	S3/S4	
			2.4×10^{-7}	2.9×10^{-6}	2.7×10^{-6}		
Si 0,99			Nessuna conseguenza di rilievo $W_x \times .99$				
cio di nmabili W_x	Si 0,001		POOL-FIRE $W_x \times 10^{-5} =$	S1 2.4×10^{-12}	S2 2.9×10^{-11}	S3/S4 -	
	Si 0,07		JET-FIRE $W_x \times 7.0 \times 10^{-4} =$	S1 -	S2 -	S3/S4 1.9×10^{-9}	
	No 0,01	Flash-Fire 0,01		FLASH-FIRE $W_x \times 9.3 \times 10^{-5} =$	S1 -	S2 -	S3/S4 2.5×10^{-10}
		(U)VCE 0,93	trascurabile	(U)VCE	S1	S2	S3/S4 trascurabile
	DIFF-VAP 0,99			DIFF. VAPORI $W_x \times 9.2 \times 10^{-3} =$	S1 2.2×10^{-9}	S2 2.7×10^{-8}	S3/S4 2.5×10^{-8}