Convegno Nazionale

**VALUTAZIONE E GESTIONE DEL RISCHIO
NEGLI INSEDIAMENTI CIVILI ED INDUSTRIALI**

*Palazzo dei Congressi
Pisa, 6-8 Ottobre 1998*

**CRITERI PER LA SCELTA DEI SISTEMI DI PROTEZIONE DELLE SALE CONTROLLO
DEGLI IMPIANTI A RISCHIO DI INCIDENTE RILEVANTE**

* D. BARONE
TECSA S.p.A. - Via Figino 101 20016 Pero (Milano)
tel. 02/33910484
fax 02/33910737
E.mail: tecsa@tecsaspa.com

SOMMARIO

Gli incidenti rilevanti avvenuti negli ultimi decenni negli impianti di processo hanno evidenziato la necessità di proteggere sia gli operatori presenti in Sala Controllo, sia i sistemi di controllo, blocco automatico e sicurezza gestiti dalla stessa.

Gli scenari incidentali considerati nelle analisi di rischio degli impianti di processo o degli stoccaggi di sostanze pericolose danno utili riferimenti sui valori di irraggiamento, sovrappressione, tossicità, che si possono presentare nell'area di un sito industriale.

L'ubicazione delle Sale Controllo deve tener conto di tali valori cercando di minimizzarli il più possibile.

Le linee guida relative alle sale Controllo di impianti con rischio di esplosione e /o di rilasci tossici danno i criteri per stabilire quando e che tipo di protezione occorre adottare.

Le Sale Controllo a prova di esplosione esterna devono poter resistere deformandosi anche in modo permanente, ma non collassando, a sovrappressioni incidenti di 20÷100 kN/m² per durate di 20÷100 ms.

Le Sale Controllo a tenuta di gas tossico devono avere una sovrappressione interna di almeno 6÷25 mm di acqua e la possibilità di bloccare la ventilazione in caso di rilevamento di concentrazioni pericolose.

* * * *

1. PREMESSA

Gli incidenti rilevanti avvenuti negli ultimi decenni negli impianti di processo hanno evidenziato la necessità di proteggere in molte situazioni sia gli operatori presenti in sala controllo, sia i sistemi di controllo, blocco automatico e sicurezza gestiti dalla stessa.

I rischi rilevanti a cui sono esposte le sale controllo sono generalmente:

- esplosioni e/o incendi esterni;
- nubi tossiche e/o infiammabili.

Da una rassegna di incidenti coinvolgenti sale controllo (Rif. 1) e dalla letteratura specializzata sono stati selezionati i seguenti:

- La Mede - Francia - 1992 : 6 morti in sala controllo ed altri edifici
Una perdita di propano in una unità di cracking catalitico determinò una esplosione che distrusse l'unità e demolì la vicina sala controllo;
- Flixborough - Inghilterra - 1974 : 28 morti di cui 18 in sala controllo ed altri edifici
Una perdita di cicloesano determinò una esplosione che distrusse due sale controllo, la palazzina uffici, la portineria;
- Potchefstroom - Sud Africa - 1973 : 18 morti di cui 12 all'interno dello stabilimento e 6 all'esterno entro un raggio di 200 m dal punto di rilascio
Gli occupanti di una Sala Controllo posta a circa 80 m, sopravvissuti tutti utilizzando panni bagnati sul viso, furono salvati dopo 30 minuti.
La rottura catastrofica di un serbatoio di stoccaggio di ammoniaca determinò il rilascio di 38 t.

A seguito di tali incidenti sono stati sviluppati sia standard per la realizzazione di sale controllo a prova di esplosione esterna e di ingresso di gas tossici sia criteri per stabilire la necessità di tali realizzazioni.

2. ANALISI DI RISCHIO

Le analisi di rischio degli impianti e/o stoccaggi che trattano sostanze pericolose (tossiche e/o infiammabili) e che sono alla base dei rapporti di sicurezza permettono di definire sia gli scenari incidentali sia le frequenze degli stessi.

Gli scenari incidentali consistono generalmente in rilasci di sostanze pericolose che possono dar luogo a:

- pozze liquide di sostanze tossiche e/o infiammabili;
- nubi di sostanze tossiche e/o infiammabili;
- getti incendiati;
- flash-fire;
- pozze incendiate;
- esplosioni di nubi non confinate di sostanze infiammabili.

Tali scenari possono coinvolgere sia le Sale Controllo prossime agli impianti interessati sia altri edifici presidiati presenti nel sito industriale. Tenendo conto sia del rischio individuale o collettivo attualmente esistente negli impianti petrolchimici o nel territorio circostante, è possibile fissare delle frequenze di riferimento per gli scenari incidentali.

In Europa è attualmente abbastanza comune considerare come frequenza di riferimento per tali scenari $10^4 \div 10^5$ occ/anno: vengono cioè sviluppati come calcolo delle conseguenze in termini di irraggiamento (da incendio, getto incendiato), di sovrappressione (da esplosione), di infiammabilità e di tossicità (da nubi) quegli scenari aventi frequenza di accadimento maggiore di quella sopraindicata.

Le analisi di rischio sono un utile strumento di verifica di una corretta progettazione basata su standard e specifiche di buona ingegneria. Esse consentono inoltre di analizzare situazioni critiche, relative normalmente agli impianti esistenti e di definire quelle misure procedurali, tecniche, organizzative ed impiantistiche per ridurre sia le frequenze che le conseguenze dei possibili scenari incidentali coinvolgenti sia gli impianti sia le Sale Controllo.

3. UBICAZIONE DELLE SALE CONTROLLO

Una ottimale localizzazione delle Sale Controllo, a distanza di sicurezza dai centri di pericolo, è il primo elemento da considerare per le nuove realizzazioni. Nella definizione dell'ubicazione è necessario tener conto della direzione dei venti prevalenti cercando di posizionarle sopravvento rispetto ai punti di probabile rilascio di gas tossici e/o infiammabili. Occorre inoltre verificare anche la possibilità di evacuazione del personale presente in caso di emergenza (vie di fuga, mezzi di protezione personale).

L'ubicazione dovrebbe essere tale che i valori di irraggiamento, di sovrappressione, di tossicità dovuti agli scenari incidentali considerati siano ridotti ai valori minimi (ad esempio 5 kW/m^2 , 0,07 bar, IDLH).

4. LINEE GUIDA PER LA CATEGORIZZAZIONE DEI PERICOLI DI UN IMPIANTO DI PROCESSO E LA PROGETTAZIONE DELLA SALA CONTROLLO

Le linee guida esistenti hanno generalmente un approccio che richiede una sistematica considerazione per la minimizzazione ed il controllo delle possibili sorgenti di emissioni con la stima dei probabili quantitativi di sostanze pericolose emesse in caso di rilascio. Ne consegue pertanto la categorizzazione degli impianti in termini di capacità di rilasciare nubi di vapori infiammabili, esplosivi e/o tossici.

La necessità di verificare la resistenza delle sale controllo alle sovrappressioni dovute alle esplosioni o ai rilasci tossici deriva dalle seguenti motivazioni:

- massimizzare la sicurezza del personale operativo presente nella sala controllo;
- controllare l'impianto il più possibile in caso di emergenza e attuare il blocco automatico degli altri impianti;
- registrare tutti i dati di processo per le eventuali analisi degli incidenti.

Per poter avere l'esplosione di una nube di vapori infiammabili è necessario avere una perdita di vapori infiammabili per un tempo sufficiente e con una portata idonea alla formazione di una miscela esplosiva con l'aria circostante prima dell'innescò da parte di una sorgente di accensione.

La mancanza di una delle suddette condizioni porterà o alla mancanza di innescò, cioè alla dispersione della nube senza conseguenze, o alla produzione di un rapido incendio (flash-fire) della nube.

Nel caso di rilascio di una sostanza al di sopra della propria temperatura di autoaccensione, si avrà un incendio localizzato senza quindi la possibilità di esplosione.

Le principali sorgenti di rilasci che possono dare luogo a nubi di vapori infiammabili sono le apparecchiature e le relative linee di interconnessione contenenti sostanze infiammabili in pressione ed a temperatura superiore a quella di ebollizione a pressione atmosferica.

Per i recipienti in pressione vi è una evidenza statistica che la probabilità di rottura totale o parziale è molto bassa se adeguatamente progettati, costruiti, ispezionati e collaudati secondo codici riconosciuti e se protetti in esercizio da adeguati sistemi di sicurezza attiva e passiva. Ciò presuppone che anche i rischi di esplosioni all'interno di reattori o altri sistemi di reazione sono stati ridotti a valori minimi attraverso idonei sistemi di blocco ad alta affidabilità provati regolarmente.

Le maggiori fonti di rilascio sono statisticamente le linee di interconnessione, le pompe, i compressori, i forni e gli scarichi all'atmosfera.

Per ridurre il rischio di rilascio si possono adottare i seguenti mezzi:

- ridurre al minimo possibile le quantità di sostanze infiammabili/tossiche presenti nel processo al di sopra della temperatura di ebollizione a pressione atmosferica;
- installare valvole telecomandate di sezionamento per le grosse capacità;
- localizzare i grossi stoccaggi di sostanze infiammabili al di fuori delle aree di processo;
- operare alla più bassa temperatura possibile ed il più vicino possibile a quella corrispondente alla pressione atmosferica;
- impiegare materiale di costruzione di qualità, con standard di costruzione e di montaggio di riconosciuta validità, minimizzazione del numero delle flange, soffiotti di dilatazione, tenute meccaniche;
- installare sistemi di rilevazione delle perdite che consentano agli operatori una rapida localizzazione del punto di rilascio.

La stima della quantità di sostanza presente nella nube dipende dalla portata del rilascio, dalla capacità a monte e dal tempo di reazione dell'operatore e dei sistemi di intercettazione disponibili.

Si può generalmente assumere che il rilascio può essere controllato ed intercettato in tre o cinque minuti tramite la depressurizzazione, l'intercettazione, la rimozione delle sorgenti di calore e l'attivazione degli altri sistemi di sicurezza presenti. Il minor tempo sopraindicato è applicabile nel caso che esistano adeguati sistemi telecomandati di sezionamento, blocco ed intercettazione.

La categorizzazione dell'impianto avviene tramite la stima del rischio di formazione di una nube di vapori infiammabili e della quantità in essa contenuta attraverso le seguenti fasi:

- suddivisione dell'impianto in sezioni che possono essere isolate tra di loro;
- stima del quantitativo presente in ogni sezione;
- stima del quantitativo di sostanza rilasciabile dai punti critici e dei vapori presenti nella nube, tenendo conto del flash adiabatico e del trascinarsi del liquido sotto forma di gocce/aerosol;
- attribuzione della categoria secondo il seguente schema [2]:

*	cat. I :	quantitativo di sostanza infiammabile	>	15 t
*	cat. II :	“ “ “	2 ÷	15 t
*	cat. III :	“ “ “	<	2 t.

Sale Controllo per impianti di categoria I

Per tali impianti, aventi una significativa probabilità di produrre una nube di vapori infiammabili di sufficiente grandezza e reattività da dare luogo ad una esplosione, occorre tener conto dei seguenti fattori:

- il numero delle persone presenti in Sala Controllo deve essere ridotto al minimo possibile compatibile con le esigenze operative;
- la Sala Controllo deve essere localizzata il più lontano possibile dalle sorgenti di pericolo (non meno di 30 m) e possibilmente sul bordo dell'impianto;
- nessuna apparecchiatura pesante deve essere posta sul tetto;
- la Sala Controllo deve poter resistere ad almeno una esplosione di nubi di vapori infiammabili al livello del suolo proteggendo gli operatori e le apparecchiature contenute;
- la Sala Controllo potrà deformarsi, avere danni consistenti, ma non deve collassare con i seguenti carichi:
 - a) sovrappressione di picco di 0,7 bar (70 kN/m²) decrescente linearmente e per la durata di 20 ms assumendo che l'esplosione avvenga al livello del suolo;
 - b) una sovrappressione di minore picco e di maggiore durata e cioè 0,2 bar (20 kN/m²) per la durata di 100 ms, crescente linearmente da 0 fino al massimo in 50 ms e poi decrescente linearmente;
 - c) una sovrappressione di picco di 100 kN/m² decrescente linearmente e per la durata di 30 ms;
- ogni parete verticale della Sala Controllo dovrà resistere ad una pressione riflessa di 175 kN/m² ed una durata di 20 ms (caso a);
- il tetto dovrà resistere alla pressione incidente di 70 kN/m² per la durata di 20 ms (caso a). Analoghe verifiche alle sovrappressioni incidenti e riflesse vanno effettuate per gli altri due casi (b e c);
- la progettazione delle pareti laterali e del tetto della Sala Controllo deve tener conto sia del tipo di carico dinamico applicato sia dei tempi di risposta delle strutture e delle deformazioni massime ammissibili. Tenendo conto di tali fattori è possibile stimare un carico statico equivalente confrontabile con il carico ammissibile per i materiali impiegati (acciaio, cemento);
- le fondazioni devono resistere al carico orizzontale dovuto alla sovrappressione riflessa;
- le porte di ingresso ridotte come numero al minimo, saranno resistenti alle sovrappressioni di riferimento e saranno apribili verso l'esterno;
- eventuali finestre, resistenti (insieme alla struttura di sostegno), alle sovrappressioni di riferimento, saranno in vetro doppio, laminato con interposizione di foglio in plastica, o policarbonato e dimensioni massime di 0,25 m² (0,3 x 0,8 m).

Sale Controllo per impianti di categoria II

Per tali impianti la dimensione della nube è tale da rendere improbabile l'esplosione della stessa.

- Le Sale Controllo saranno progettate per i carichi normali ma i dettagli strutturali saranno tali da consentire consistenti deformazioni plastiche prima del collasso;
- l'integrità strutturale del tetto non deve essere compromessa da eventuali danni ai muri di supporto;
- le strutture dei supporti, pareti e del tetto saranno tra loro interconnesse, in modo da assicurare la massima stabilità strutturale sugli assi principali;
- le Sale Controllo saranno preferibilmente ad un piano con tetto piano e sezione rettangolare;
- le finestre saranno ridotte al minimo e non dovranno eccedere 0,5 m² per parete. Il materiale sarà vetro laminato o policarbonato;
- le porte avranno la stessa resistenza della struttura. Si apriranno verso l'esterno e saranno localizzate almeno a due lati dell'edificio.

Sale Controllo per impianti di categoria III

In tali impianti le quantità di sostanze infiammabili sono talmente ridotte che il rischio di esplosione è trascurabile.

Altri standard per la valutazione delle sovrappressioni dovute alla esplosione di nubi di vapori infiammabili [3] assumono il tritolo equivalente al quantitativo di gas infiammabile presente nella nube.

Dai diagrammi normalizzati relativi al tritolo è possibile ricavare sia la sovrappressione incidente sia quella riflessa sia la relativa durata. Con tali valori è possibile verificare la resistenza della Sala Controllo che potrà deformarsi anche in modo permanente ma non collassare.

Sale Controllo soggette al rischio di gas tossici

Negli impianti ove la concentrazione e durata di gas tossici a seguito di possibili rilasci sono tali che il personale non protetto sarebbe incapace o inabilitato a fuggire, subendo danni irreversibili o permanenti, è necessario adottare per le Sale Controllo le misure protettive di seguito descritte:

- la Sala Controllo deve essere ubicata sul bordo dell'impianto e lontano da punti di possibile perdita di sostanza tossica. Occorre considerare anche i rischi di rilasci tossici provenienti da impianti limitrofi;
- le vie di accesso e/o di fuga devono essere almeno due in differenti direzioni. Tali vie devono essere ben illuminate, libere da ostacoli, restringimenti e devono essere controllate in modo da essere agibili da personale parzialmente inabilitato o da personale addetto all'emergenza che indossa mezzi di protezione personale ed attrezzature di soccorso;
- le trincee di servizio e gli spazi sottopavimento utilizzati per la canalizzazione dei servizi non devono consentire, tramite l'impiego di idonee sigillature, l'ingresso di gas tossici (o infiammabili) più pesanti dell'aria;
- le Sale Controllo devono essere di costruzione robusta e a tenuta di gas;
- le finestre devono essere del tipo non apribile e di materiali tali da non dare luogo a schegge o frammenti in caso di rottura;
- le porte devono essere del tipo a tenuta. Gli ingressi alla Sala Controllo dovrebbero essere limitati a due. Ogni ingresso deve avere due porte richiudibili automaticamente con uno spazio intermedio costituente un blocco all'ingresso di gas;
- la Sala Controllo deve essere dotata di un sistema di ventilazione in grado di fornire aria pulita per la durata dell'emergenza o per il tempo necessario a fermare in emergenza l'impianto;
- le prese di aria che possono essere contaminate da gas esterni devono poter essere chiuse in caso di emergenza e gli operatori della sala controllo devono poter disporre di autoprotettori;
- per assicurare la tenuta a gas esterni è necessaria una sovrappressione interna di almeno 6÷25 mm di acqua al soffitto con una portata di ventilazione tra 2e 15 ricambi all'aria dipendenti dalla dimensione, costruzione e grado di tenuta esistenti;

- la Sala Controllo deve poter comunicare in emergenza con linea telefonica dedicata o interfono;
- i sistemi di rilevazione di gas tossici ubicati in impianto e/o sulle prese dell'aria di ventilazione devono dare un allarme e bloccare il sistema di ventilazione;
- i rilevatori di gas tossici ubicati in impianto devono dare allarme in sala controllo e sul pannello sinottico in modo da poter rapidamente individuare il punto o la zona di perdita;
- un indicatore della direzione e della velocità del vento ubicato in Sala Controllo in prossimità del pannello sinottico sopradescritto permetterà agli operatori di sala controllo di poter attivare eventuali sistemi di sicurezza (barriere d'acqua) e di allarme nelle zone sottovento al punto di rilascio;
- autoprotettori e/o maschere antigas devono essere disponibili in Sala Controllo per consentire l'evacuazione del personale in emergenza;
- mezzi di protezione personale, tute antiacido e antigas pressurizzate devono essere disponibili per il personale addetto all'emergenza.

CONCLUSIONE

I sistemi di protezione delle Sale Controllo degli impianti con rischi di esplosione e/o di rilasci di gas tossici consistono in strutture resistenti ai carichi dinamici dovuti alle sovrappressioni sviluppate e/o in sistemi di tenuta all'ingresso di gas tossici e di controllo della ventilazione interna. I valori di riferimento delle sovrappressioni e/o delle concentrazioni tossiche provengono generalmente da standard o linee guida, basate sulla esperienza storica acquisita, o dagli scenari incidentali considerati nelle analisi di rischio effettuate.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Guidelines for evaluating process plant buildings for external explosions and fires - CCPS - AIChE- 1996.
- [2] Process Plant Hazard and Control Building Design - CIA - 1979.
- [3] Oil and Chemical Properties loss potential estimation guide - IRI - IM 8.0.11.1990