

## Nubi parzialmente confinate

### Premessa

I metodi usualmente utilizzati per la valutazione delle conseguenze delle esplosioni di nubi non confinate sono basati su ipotesi poco realistiche in ambiente industriale.

In particolare, appare molto poco accurata la rappresentazione che viene fatta del fenomeno esplosivo. Le esplosioni verificatesi in ambienti industriali, e nelle aree congestionate degli impianti di processo in modo prevalente, sono caratterizzate dal manifestarsi di una o più nubi esplosive parzialmente confinate dalle strutture degli impianti stessi, e delle quali devono essere considerate l'estensione, la consistenza e i modi di propagazione delle onde esplosive in modo più realistico che quello della semplice origine puntiforme e simmetria sferica.

Allo scopo sono stati elaborati modelli teorici ed empirici diversi: senza entrare nei dettagli, che non sono scopo di questa trattazione, si descrivono alcune delle grandezze caratteristiche di cui tutti i modelli tengono conto.

### 1. Grado di confinamento

Il confinamento e gli ostacoli hanno effetti accoppiati e tali che non rendono utilizzabili dati di esperimenti che non riproducano con esattezza le condizioni da valutare.

Il grado di confinamento può essere grossolanamente inteso come la possibilità di un'onda esplosiva di propagarsi nello spazio: quindi, una nube non confinata, tipicamente, potrà propagarsi nelle tre dimensioni dello spazio. Un'area sgombra avrà grado di confinamento 3d, dove d sta per dimensioni lungo le quali possa espandersi l'onda.

Se l'onda fosse costretta a muoversi tra due superfici, quali i solai molto resistenti di un edificio, avrà grado di confinamento 2d. Se sarà costretta all'interno di un cilindro, tubazione, condotta o galleria, avrà grado di confinamento 1d. Se, infine, l'esplosione avvenisse in un locale completamente chiuso, avremmo confinamento di grado zero d. Si può dimostrare, come è intuibile, che l'intensità dei fenomeni aumenta al diminuire dei gradi d. Per esempio, in una stanza chiusa satura di metano l'entità

della sovrappressione esplosiva può raggiungere valori superiori agli 1,2 MPa (12 bar).

## 2. Reattività

La reattività del combustibile è un parametro qualitativo, di derivazione empirica, che è utilizzato generalmente per qualificare la tendenza di un combustibile ad accelerare fino ad alte velocità di fiamma: idrogeno, acetilene, ossido di etilene e ossido di propilene hanno alta reattività; metano e ossido di carbonio bassa reattività; tutti gli altri idrocarburi reattività intermedie.

## 3. Fonte di accensione

La fonte d'accensione può essere considerata dolce (fiamme libere, scintille), o dura, come fiamme a getto o alti esplosivi. L'intensità dell'accensione non ha influenza pratica sulla velocità di fiamma nei casi di accensione dolce, mentre sono più importanti il grado di confinamento, la presenza di ostacoli e la reattività; diviene prevalente nei casi di accensione dura. Nella letteratura sono riportate le basi per determinare la massima velocità di fiamma per particolari condizioni di confinamento, accensione, reattività e fonte d'accensione.

## 4. Energia – fattore di riflessione

Il termine energetico rappresenta il calore rilasciato dalla parte della nube che contribuisce all'esplosione. Molti sono i metodi applicabili per valutare tale energia:

- stimare il volume di ogni regione congestionata, calcolando la massa di combustibile per una miscela stechiometrica, moltiplicando tale massa per il calore di combustione e trattando ogni volume congestionato nella porzione infiammabile come una separata fonte di esplosione;
- stimare la quantità totale di materiale infiammabile rilasciato in un tempo ragionevole, prima dell'accensione (da 2 a 5 minuti), e moltiplicarlo per il calore di combustione e per fattore di efficienza compreso tra 1% e 5%, analogo a quello previsto per il metodo del TNT;
- stimare la massa di materiale che si trova tra i limiti di infiammabilità (utilizzando algoritmi di dispersione) e moltiplicandolo per una efficienza più alta di quella precedente (tra il 5% e il 20%).

L'energia calcolata deve essere incrementata di un fattore di riflessione (detto fattore di riflessione emisferico) in quanto i valori di sovrappressione massima generalmente ottenuti dai calcoli sono relativi alla simmetria sferica, ossia a una libera espansione dei gas nelle tre direzioni dello spazio.

Questo fattore può essere conservativamente posto pari a 2 in caso di esplosione al livello del terreno; se la nube viene dispersa da quota elevata e non raggiunge terra,

per tale fattore si possono selezionare valori compresi tra 1 e 2; infine, considerando i casi di interesse, cioè le aree congestionate all'interno degli stabilimenti, dove le eventuali perturbazioni dovute all'esplosione si propagano nella parte confinata della nube di vapori infiammabili e l'esplosione può considerarsi relativamente prossima al suolo, si possono adottare valori compresi tra 1,7 e 2.

### Bibliografia

- [1] STREHLOW R.A, BAKER W.E., Progress in Energy and Combustion Science,

### **Data di chiusura del documento:**

**16 gennaio 2018**

### **Conoscere il rischio**

Nella sezione Conoscere il rischio del portale Inail, la Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione (Contarp) mette a disposizione prodotti e approfondimenti normativi e tecnici sul rischio professionale, come primo passo per la prevenzione di infortuni e malattie professionali e la protezione dei lavoratori. La Contarp è la struttura tecnica dell'Inail dedicata alla valutazione del rischio professionale e alla promozione di interventi di sostegno ad aziende e lavoratori in materia di prevenzione.

### **Per informazioni**

[contarp@inail.it](mailto:contarp@inail.it)