



Esplosioni di polveri

***Protezione contro
le esplosioni
di polveri
infiammabili***



suva

**Istituto nazionale svizzero
di assicurazione contro gli
infortuni**

**Casella postale 4358
CH-6002 Lucerna
Svizzera**



ASSOCIAZIONE INTERNAZIONALE PER LA SICUREZZA SOCIALE (AISS)

L'AISS è presente in 120 Stati e conta oltre 300 membri (autorità governative e istituzioni), di cui la metà si occupa di sicurezza sul lavoro. La sede dell'AISS si trova a Ginevra, presso l'Organizzazione internazionale del lavoro. Il principale obiettivo dell'associazione è quello di promuovere e diffondere la SICUREZZA SOCIALE in tutto il mondo.

Nel 1970, allo scopo di aumentare la sicurezza sul lavoro nelle aziende, è stata creata per il settore dell'industria chimica (compresa quella delle materie plastiche, degli esplosivi, degli oli minerali e della gomma) la



SEZIONE INTERNAZIONALE DELL'AISS PER LA PREVENZIONE DEI RISCHI PROFESSIONALI NELL'INDU- STRIA CHIMICA

La presidenza e il segretariato sono stati affidati alla "Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie", D-69115 Heidelberg.

Per migliorare la sicurezza sul lavoro e la tutela della salute nelle aziende, nel 1975 è stata creata la



SEZIONE INTERNAZIONALE DELL'AISS PER LA SICUREZZA DELLE MACCHINE

Questa sezione si occupa di questioni concernenti la sicurezza di macchine, impianti e sistemi. Presidenza e segretariato: Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten, D-68165 Mannheim

Esplosioni di polveri

Protezione contro le esplosioni di polveri infiammabili

Guida pratica

2a edizione rielaborata, 2003

Editore

Sezione internazionale per la prevenzione dei rischi professionali nell'industria chimica dell'Associazione internazionale della sicurezza sociale (AISS)
Kurfürsten Anlage 62 (BG-Chemie-Haus)
D-69115 Heidelberg
Germania

Prefazione

L'Associazione Internazionale per la **Sicurezza Sociale** (AISS) si è prefissa lo scopo di presentare e discutere i rischi relativi alla sicurezza sociale, quali gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali, attraverso scambi di informazioni, pubblicazioni e colloqui. Per raggiungere questo obiettivo si avvale della collaborazione delle sue sezioni tecniche. L'AISS si propone inoltre di formulare proposte per ridurre tali rischi.

Il Consiglio direttivo della Sezione chimica dell'AISS ha creato un gruppo di lavoro denominato "Protezione contro le esplosioni" al fine di promuovere lo scambio internazionale di esperienze tra specialisti del settore e di elaborare soluzioni comuni per determinati problemi. In questo modo si vuol raggiungere nel settore della protezione contro le esplosioni uno standard tecnologico avanzato, paragonabile tra i diversi Stati industrializzati. Le conoscenze acquisite saranno messe a disposizione dei paesi industrialmente meno sviluppati.

La presente pubblicazione, elaborata in stretta collaborazione con la "Sezione per la sicurezza delle macchine dell'AISS", consente ai dirigenti aziendali, agli specialisti della sicurezza e ad altre persone senza conoscenze specifiche in materia di protezione contro le esplosioni, di valutare se nella propria azienda vi sia un pericolo di esplosioni di polveri. La guida non serve a determinare se siano necessarie o realizzabili misure di protezione contro le esplosioni. Questo compito specifico, infatti, è di competenza degli specialisti. Nel presente opuscolo non sono trattate questioni di tutela della salute.



Dott. E. Radek
Presidente del Consiglio direttivo
della Sezione chimica

Collaborazioni e autori

Presidenza

Dott. R. J. Ott, Suva (Istituto nazionale svizzero di assicurazione contro gli infortuni)

Collaborazioni

Allgemeine Unfallversicherungsanstalt (AUVA), Vienna (A)
Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, Heidelberg (D)
Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten (BGN), Mannheim (D)
Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit (BIA), Sankt Augustin (D)
European Commission, Occupational accident and injuries, Lussemburgo (L)
Inburex GmbH, Hamm (D)
Institut national de recherche et de sécurité (INRS), Parigi (F)
Pellmont Explosionsschutz, Binningen/Basilea (CH)
Research Centre for Applied System Safety and Industrial Medicine (FSA), Mannheim (D)
Sicherheitsinstitut, Basilea (CH)
SIQ (Slovenian Institute of Quality and Metrology), Lubiana (SI)
Stazione Sperimentale per i Combustibili (SSC), San Donato Milanese (I)
Suva (Istituto nazionale svizzero di assicurazione contro gli infortuni), Lucerna (CH)

Autori

Ing. dipl. H. Beck, Sankt Augustin (D)	P. C. Parlevliet, Lussemburgo (L)
Dott. B. Dyrba, Heidelberg (D)	Dott. G. Pellmont, Binningen/Basilea (CH)
Prof. Dott. A. Fiumara, Milano (I)	Ing. J.-M. Petit, Parigi (F)
Dott. M. Glor, Basilea (CH)	Prof. Dott. S. Radandt, Mannheim (D)
Dott. F. Hauert, Mannheim (D)	Dott. R. L. Rogers, Hamm (D)
Ing. K. Kopia, Vienna (A)	Dott. L. Rossinelli, Lucerna (CH)
Dott. Z. Kramar, Lubiana (SI)	Chim. dipl. F. Scheller, Lucerna (CH)
Dott. R. J. Ott, Lucerna (CH)	

Veste grafica

Dott. R. J. Ott, Lucerna (CH)
Designer dipl. D. Settele, Mannheim (D)

Indice

Condizioni per il verificarsi di esplosioni di polveri ..	pag. 10
Misure di sicurezza	pag. 18
Impedire le esplosioni di polveri	pag. 19
Evitare gli effetti pericolosi delle esplosioni di polveri	pag. 23
Misure organizzative	pag. 32
Misure edili	pag. 36
Parametri relativi alla tecnica della sicurezza	pag. 37
Bibliografia	pag. 40
Serie AISS sulla protezione contro le esplosioni	pag. 42

Condizioni per il verificarsi di esplosioni di polveri

Che cos'è un'esplosione?

Un'esplosione è una reazione chimica violenta di una sostanza infiammabile con liberazione di grandi quantità di energia.

Che cos'è una detonazione?

Una detonazione è un'esplosione in cui la reazione chimica (rispettivamente la fiamma) si propaga a una velocità supersonica attraverso la miscela di reazione. Un'esplosione può dare origine, per esempio, a una detonazione all'interno di una lunga tubazione.

In quali aziende può esistere un pericolo di esplosioni di polveri? ¹⁾

Un tale pericolo può esistere nelle aziende che producono o utilizzano polveri infiammabili oppure in quelle che lavorano o trasformano materiali solidi infiammabili con formazione di polvere (segatura, farine ecc).

Che cosa sono i materiali solidi infiammabili?

Sono materiali che possono reagire (bruciare) con l'ossigeno, ad esempio quello presente nell'aria, sviluppando calore. Rientrano in questa categoria molti prodotti di uso quotidiano, come il legno, il carbone, i cereali, i materiali sintetici, ma anche molti metalli, se in forma molto finemente suddivisa (per esempio polvere di alluminio).

¹⁾ Per quanto concerne i pericoli di esplosioni di gas, vapori o nebbie, si veda l'opuscolo AISS Protezione dalle esplosioni di gas, vapori o nebbie infiammabili in miscela con aria.

Che cosa si intende per polvere?

Per polvere si intende un materiale solido in particelle di un diametro inferiore a 0,5 mm. Può essere prodotta volutamente per uno scopo specifico. La polvere può anche formarsi per abrasione nel trasporto di prodotti a grana grossa (per esempio cereali) o nella lavorazione e trasformazione di sostanze solide (segatura o pulviscolo di smerigliatura). Non vanno inoltre dimenticate le piccole quantità di polvere presenti nei prodotti grossolani, granulati ecc.

Qual è la differenza tra un incendio e un'esplosione di polveri?

Se si innesca uno strato di polvere si sviluppa un incendio. Questo a sua volta può dare origine a un'esplosione. Se si innesca una nube di polvere può verificarsi un'esplosione che, contrariamente all'incendio, è caratterizzata da un aumento di pressione repentino e dalla formazione istantanea di calore intenso. Data questa reazione estremamente violenta, i pericoli di un'esplosione di polveri sono particolarmente elevati.



Figura 1 - Differenza tra incendio ed esplosione

La presenza di polveri infiammabili in un'azienda può comportare un pericolo di esplosione!

Che cos'è un'atmosfera esplosiva?

Si parla di atmosfera esplosiva quando nell'aria sono presenti polveri infiammabili in concentrazioni tali (entro i limiti di esplosione) che la reazione di combustione si propaga autonomamente una volta avvenuto l'innesco.

Quando si verifica un'esplosione di polveri?

Perché un'esplosione di polveri possa verificarsi, devono essere presenti contemporaneamente e nello stesso luogo (cfr. figura 2):

- una sostanza infiammabile suddivisa in minutissime particelle e dispersa in aria (nube di polvere) entro i limiti di esplosione, ossia:
 - polvere in concentrazione sufficiente,
 - ossigeno in concentrazione sufficiente
- e
- una fonte d'innesco efficace.

Che cosa sono i limiti di esplosione?

Le polveri infiammabili miscelate con aria sono esplosive soltanto entro un determinato intervallo di concentrazione. Al disotto del limite inferiore di esplosione (LIE) la miscela è troppo povera di combustibile; al disopra del limite superiore di esplosione (LSE) la miscela contiene troppo combustibile. L'intervallo di concentrazione tra il limite inferiore e quello superiore corrisponde all'intervallo di esplosività entro il quale una miscela è esplosiva (pericolo di esplosione). I limiti di esplosione, espressi in g/m^3 , sono specifici per ogni singola sostanza. Se non è noto, il limite inferiore di esplosione (LIE) può essere stabilito sperimentalmente.

sostanze solide infiammabili

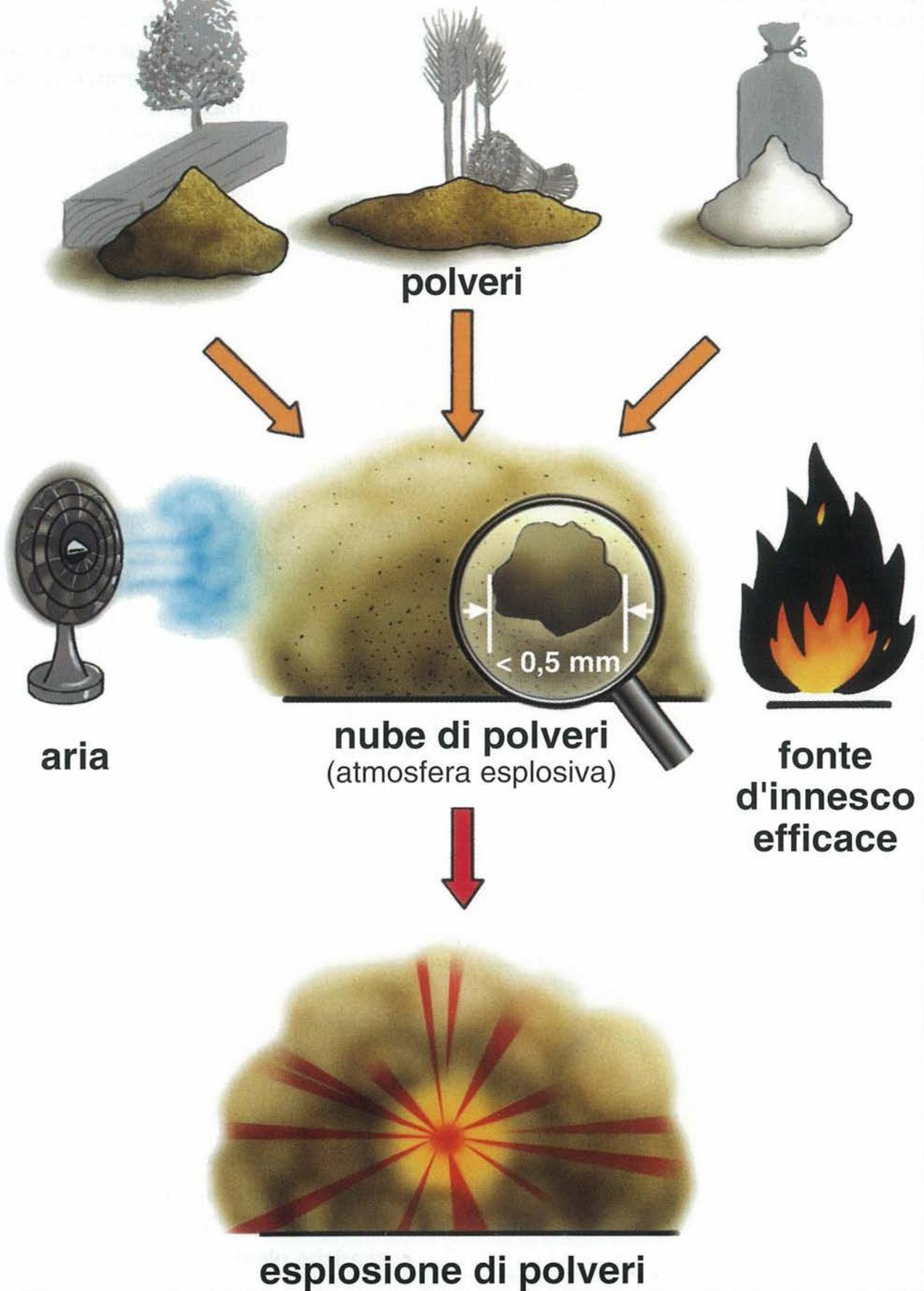


Figura 2 - Condizioni per il verificarsi di esplosioni di polveri

Quali sono le concentrazioni di polveri pericolose e dove possono formarsi?

Normalmente, le esplosioni possono verificarsi a concentrazioni superiori a 20 grammi di polvere per metro cubo d'aria. Concentrazioni di questo genere sono frequenti all'interno di apparecchiature (ad esempio mulini, mescolatori, filtri, elevatori). Occasionalmente possono formarsi in seguito alla fuoriuscita di polvere nelle immediate vicinanze di parti di impianto che in esercizio normale rimangono aperte (ad es. presso stazioni di riempimento, insaccatura ecc).

Se in un locale vi sono depositi di polvere (per esempio in prossimità di una stazione di riempimento o in seguito a difetti di tenuta delle apparecchiature), possono formarsi per breve tempo miscele polvere-aria esplosive quando detta polvere viene sollevata.

Persino a concentrazioni di alcune migliaia di grammi di polvere per metro cubo d'aria possono ancora verificarsi esplosioni.

Quali concentrazioni di ossigeno sono sufficienti per un'esplosione di polveri?

È sufficiente il tenore di ossigeno normalmente presente nell'aria, pari a circa il 21%. Con alcune polveri sono possibili esplosioni anche a concentrazioni di ossigeno inferiori al 10%. Quando il tenore di ossigeno supera quello normalmente presente nell'aria, si verificano esplosioni particolarmente violente.

Quali sono le fonti di innesco?

Fra le possibili fonti di innesco, quelle elencate di qui seguito¹⁾ assumono un'importanza particolare nella prassi aziendale:

- superfici calde
- fuoco, fiamme, brace
- scintille di origine meccanica
- scintille di origine elettrica (apparecchi elettrici)
- scariche elettrostatiche

¹⁾ Cfr. opuscolo AISS Fonti d'innesco.

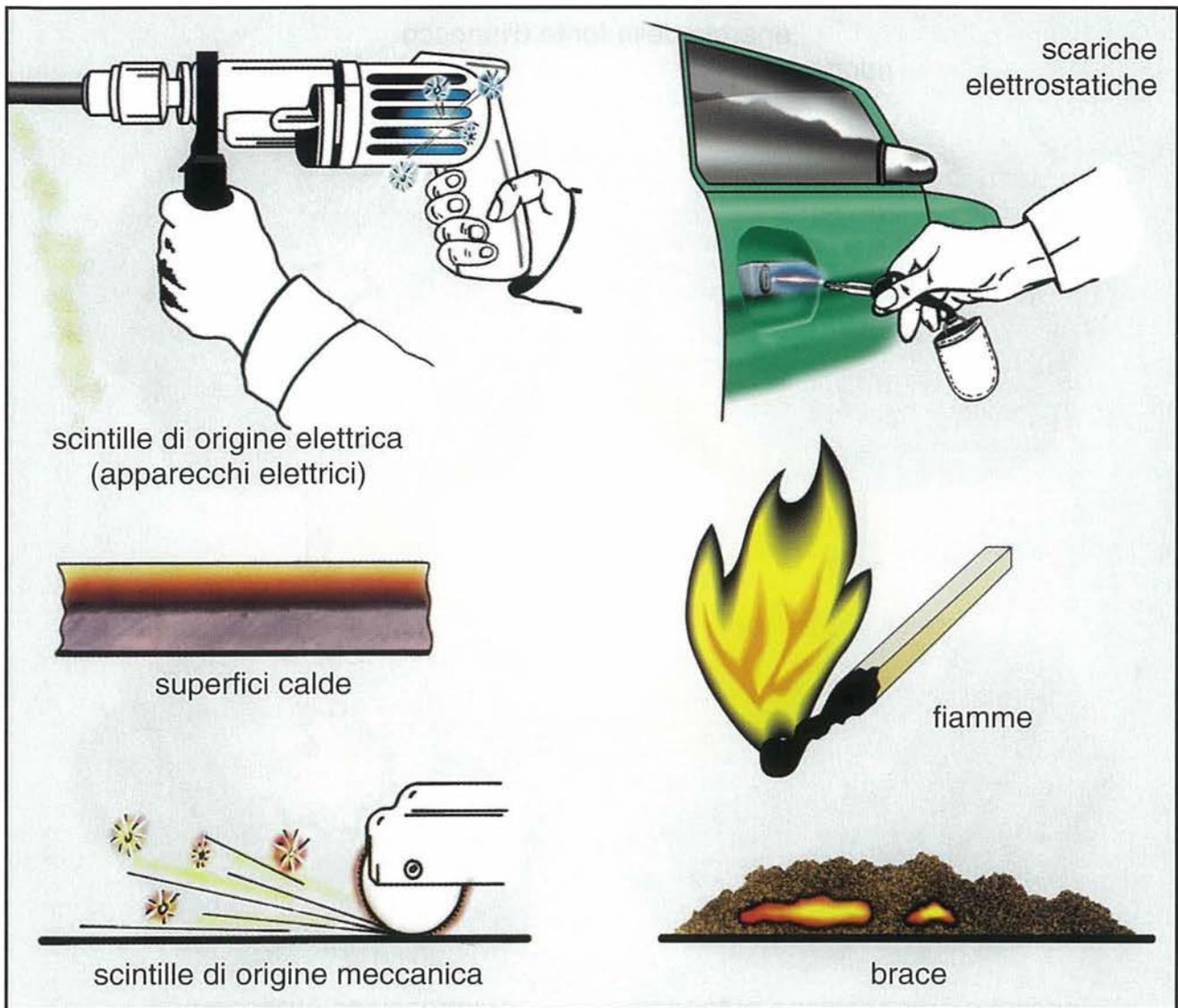


Figura 3 - Possibili fonti di innesco

Che cos'è una fonte d'innesco efficace?

Non ogni fonte di innesco produce energia sufficiente per innescare qualsiasi miscela esplosiva. Questo significa che a seconda della situazione, non ogni fonte di innesco è da considerare efficace. Le fonti di innesco diventano efficaci quando sono in grado di fornire all'atmosfera esplosiva un'energia tale da permettere la propagazione autonoma della combustione.

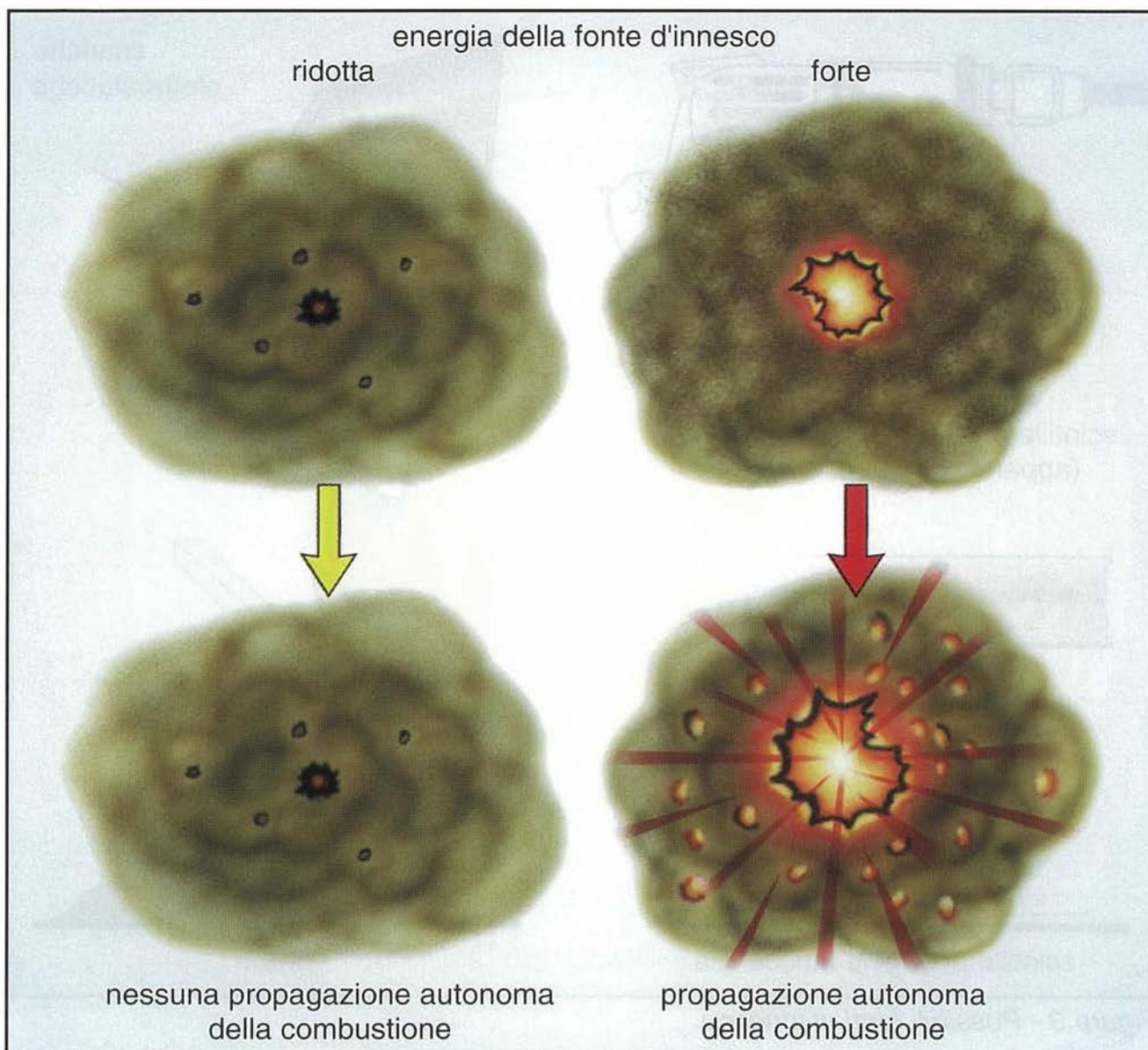


Figura 4 - Efficacia delle fonti d'innesco

**Un'esplosione di polveri può essere evitata se si esclude con certezza uno dei tre seguenti fattori:
nube di polvere, aria (ossigeno)
o fonte d'innesco.**

Con quale frequenza si verificano esplosioni di polveri?

Quali sono gli effetti?

Le esplosioni di polveri sono più frequenti di quanto non si creda. In Europa si verifica in media un'esplosione al giorno. Le esplosioni di polveri causano spesso ingenti danni materiali, ma possono anche provocare il ferimento di persone, a volte addirittura la morte.

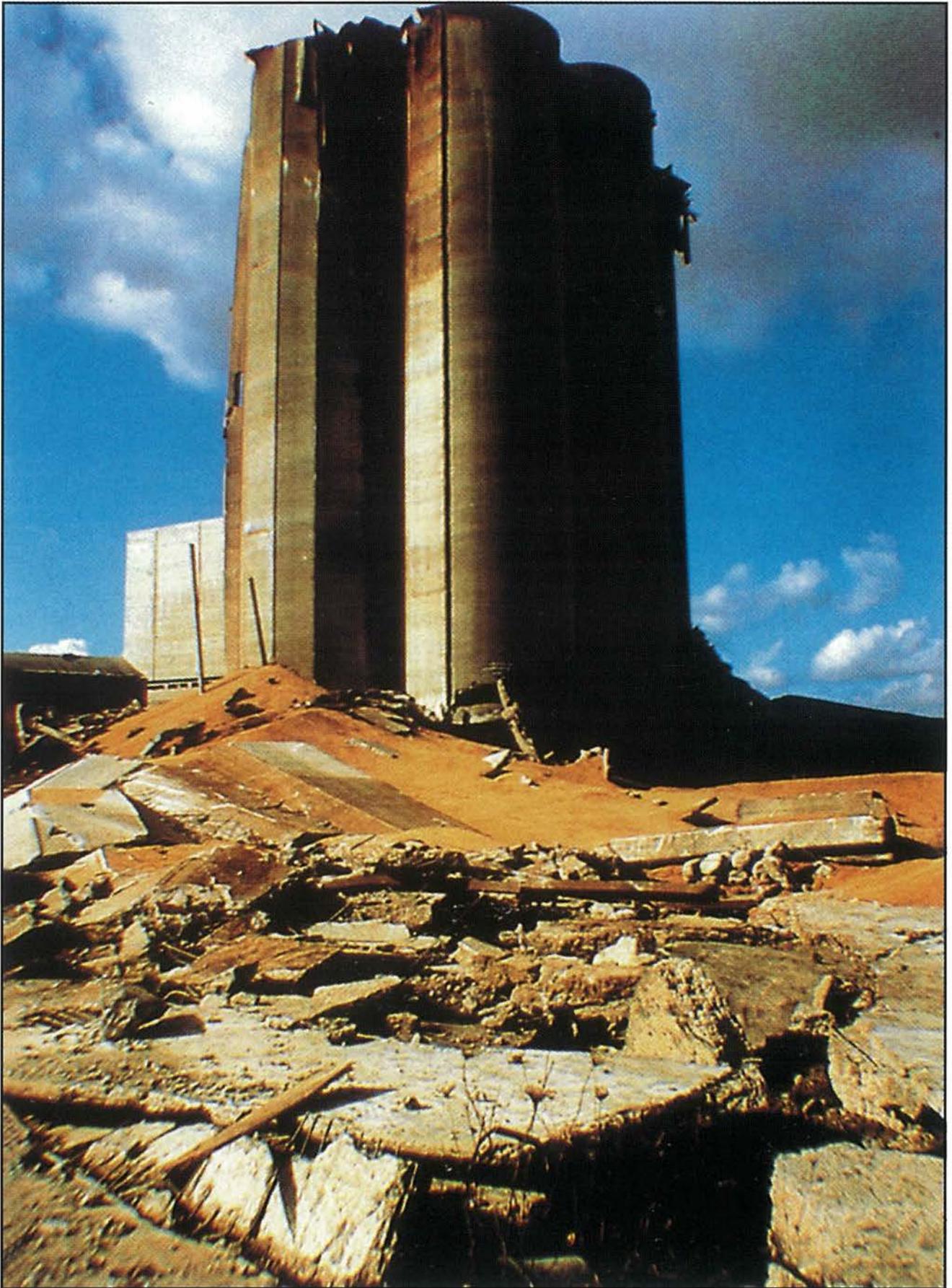


Figura 5 - Conseguenze di un'esplosione di polveri: soltanto alcune delle 16 celle del silo hanno resistito all'incidente occorso in una malteria, ma sono state gravemente danneggiate.

Misure di sicurezza

Se l'analisi della situazione (ad esempio considerazioni in materia di sicurezza) rivela un pericolo potenziale di esplosione, si devono adottare misure adeguate. Le possibilità sono le seguenti:

- impedire un'esplosione
("protezione preventiva contro le esplosioni")
 - evitare o limitare la formazione di atmosfere esplosive
 - evitare fonti di innesco efficaci
- evitare gli effetti pericolosi di un'esplosione
("protezione costruttiva contro le esplosioni")

A volte può rivelarsi opportuna, se non indispensabile, una combinazione di queste possibilità. Le misure preventive e costruttive di protezione contro le esplosioni vanno sempre completate da provvedimenti organizzativi ed eventualmente da misure edili.

Impedire le esplosioni di polveri

Quali sono le misure atte a impedire esplosioni di polveri?

Le esplosioni sono evitabili in particolare quando

- la polvere infiammabile può essere sostituita con una polvere non infiammabile
- oppure
- la concentrazione di polvere è mantenuta a un livello talmente basso che la miscela combustibile-aria risulta troppo povera per permettere alla combustione di propagarsi
- oppure
- non è presente l'ossigeno necessario alla combustione esplosiva della polvere
- oppure
- può essere esclusa con certezza ogni fonte efficace di innesco.

Sostituzione di materiali infiammabili con altri non infiammabili

Questa misura è possibile soltanto in alcuni casi e si limita essenzialmente alla sostituzione di un materiale riempitivo infiammabile con un altro non infiammabile. Generalmente l'aggiunta di polvere inerte è efficace solo se la polvere inerte costituisce almeno il 50% del totale della miscela.

Limitazione della concentrazione di polvere

Contrariamente a quanto accade con gas e vapori, questa misura è applicabile soltanto limitatamente in presenza di polvere, poiché la concentrazione di polvere può variare molto rapidamente, ossia

- diminuire perché la polvere si deposita (sedimentazione)
- aumentare perché la polvere si solleva (vortici)

Per evitare elevate concentrazioni di polvere si può ricorrere all'irrorazione con liquidi o impiegare materiale a grana grossa.

Limitazione della concentrazione di ossigeno (inertizzazione)

L'aggiunta di gas non infiammabili come azoto o l'anidride carbonica consente di ridurre il tenore di ossigeno al di sotto della sua concentrazione limite, escludendo così il rischio di un'esplosione. Questa misura è molto sicura, ma generalmente può essere applicata soltanto in impianti chiusi. L'inertizzazione implica l'uso di sofisticate apparecchiature, deve essere controllata per mezzo di misurazioni e può occasionare notevoli spese a seconda delle dimensioni e del grado di ermeticità dell'impianto (consumo di gas inerte).

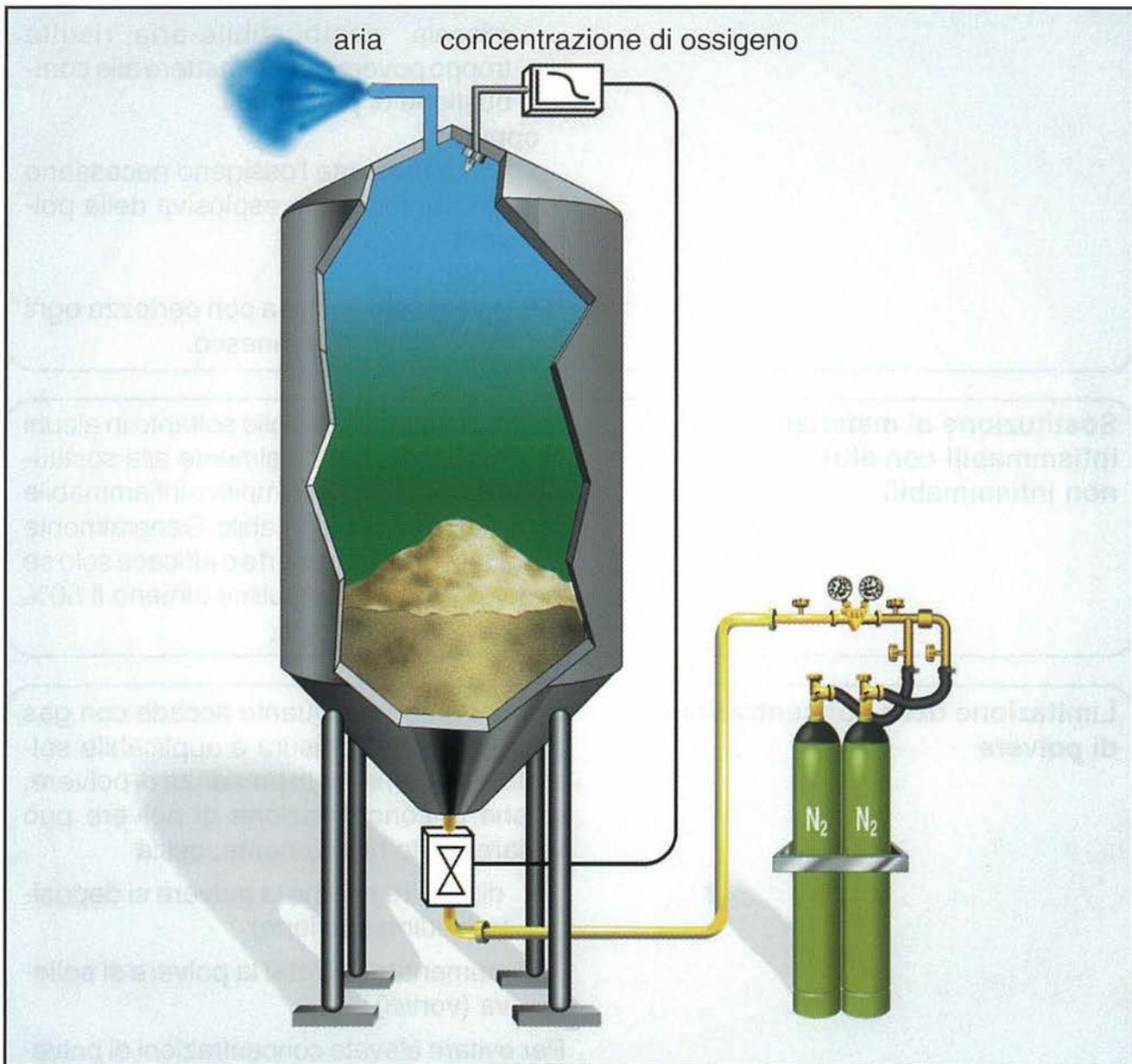


Figura 6 - Inertizzazione con azoto e misurazione/controllo della concentrazione di ossigeno

Evitare le fonti di innesco efficaci

Questa misura va sempre adottata, anche se si realizzano le misure costruttive descritte più avanti. Se presa isolatamente, questa misura spesso non presenta un livello di sicurezza sufficiente.

Che cosa si intende per zone?

Le aree in cui possono formarsi atmosfere esplosive sono suddivise in zone¹⁾ in base alla frequenza e alla durata della formazione o della presenza di atmosfere esplosive.

La suddivisione in zone facilita la determinazione delle misure da adottare per evitare le fonti d'innesco efficaci.



Figura 7 - Evitare le fonti d'innesco efficaci

¹⁾ Cfr. opuscolo AISS Fonti d'innesco



Figura 8 - Per evitare di sollevare nuvole di polvere è consigliabile ricorrere a un aspirapolvere industriale.

Per prevenire le esplosioni bisogna evitare le fonti d'innesco o la formazione di atmosfere esplosive!

Se quale unica misura di sicurezza si evitano le fonti d'innesco efficaci, bisogna procedere a un'analisi dei rischi.

Evitare gli effetti pericolosi delle esplosioni di polveri

Se non si può escludere con certezza un'esplosione di polveri, si devono adottare misure atte a garantire che un'eventuale esplosione non abbia a produrre effetti pericolosi. Queste misure sono definite "misure costruttive", in quanto i recipienti e i componenti degli impianti devono essere concepiti o equipaggiati in modo tale che l'eventuale esplosione non metta in pericolo vite umane e provochi meno danni possibili a impianti ed edifici.

Quando si possono adottare misure costruttive?

Si devono sempre prendere in considerazione misure costruttive in caso di nuove installazioni. Anche i vecchi impianti possono essere trasformati in modo da presentare un maggiore livello di sicurezza. In tal caso però è bene valutare accuratamente la situazione.

Quali sono le misure costruttive?

Gli effetti delle esplosioni di polveri possono essere limitati con

- sistemi costruttivi resistenti alle esplosioni
- sfoghi di esplosione
- soffocamento dell'esplosione
- disaccoppiamento delle diverse parti di uno stesso impianto

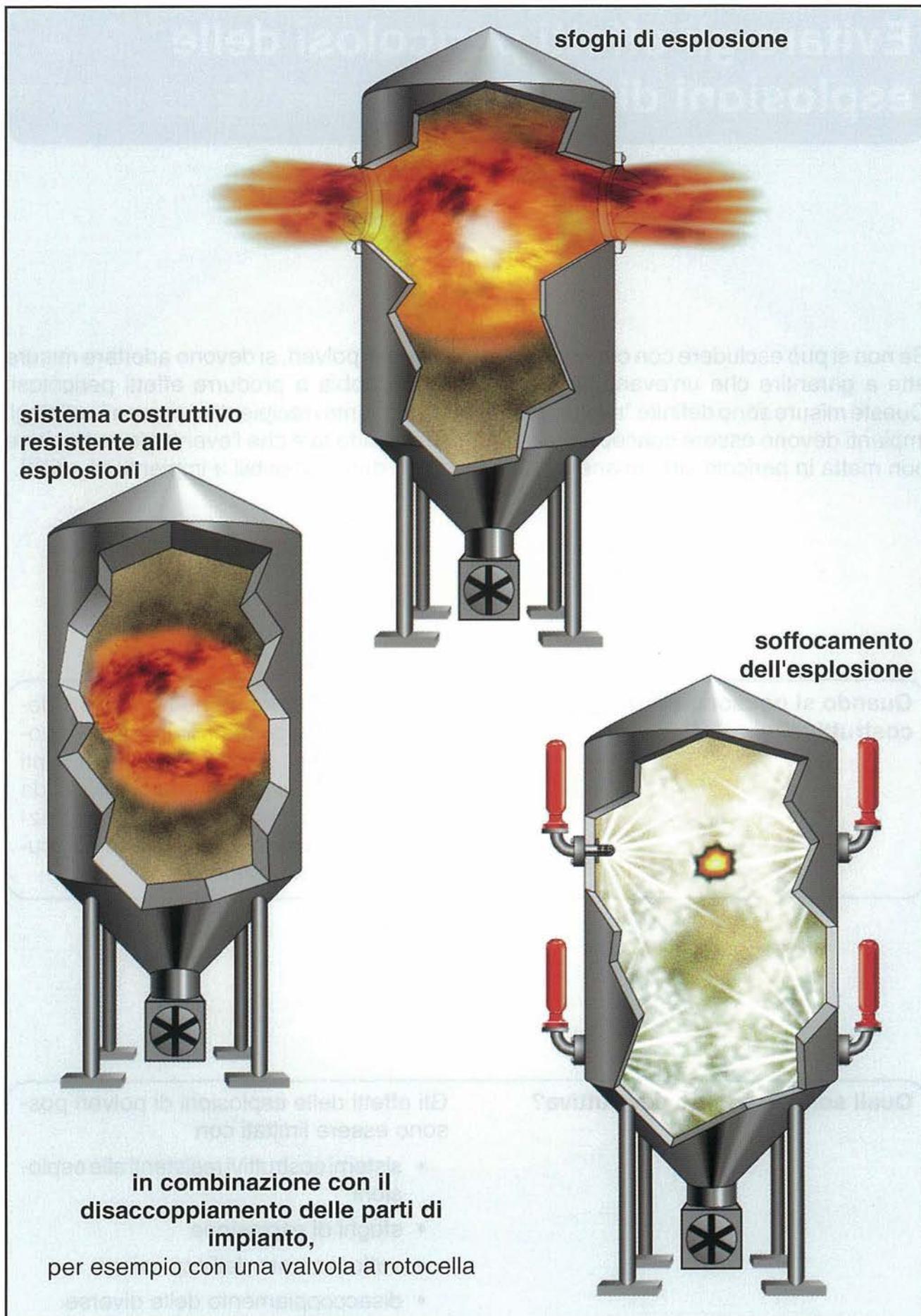


Figura 9 - Esempi di misure costruttive

Sistemi costruttivi resistenti alle esplosioni

I recipienti e gli impianti resistenti alle esplosioni (comprese le tubazioni, la rubinetteria e altri componenti) devono essere in grado di sopportare la sovrappressione generata dall'esplosione senza rompersi.

Si distingue tra:

- sistemi costruttivi resistenti alla pressione di un'esplosione, i cui componenti sono concepiti in modo analogo ai recipienti a pressione e non subiscono deformazioni permanenti se esposti alla pressione dell'esplosione
- costruzioni resistenti all'onda d'urto di un'esplosione: le deformazioni permanenti sono tollerate, i componenti eventualmente danneggiati dall'esplosione devono essere riparati o sostituiti.

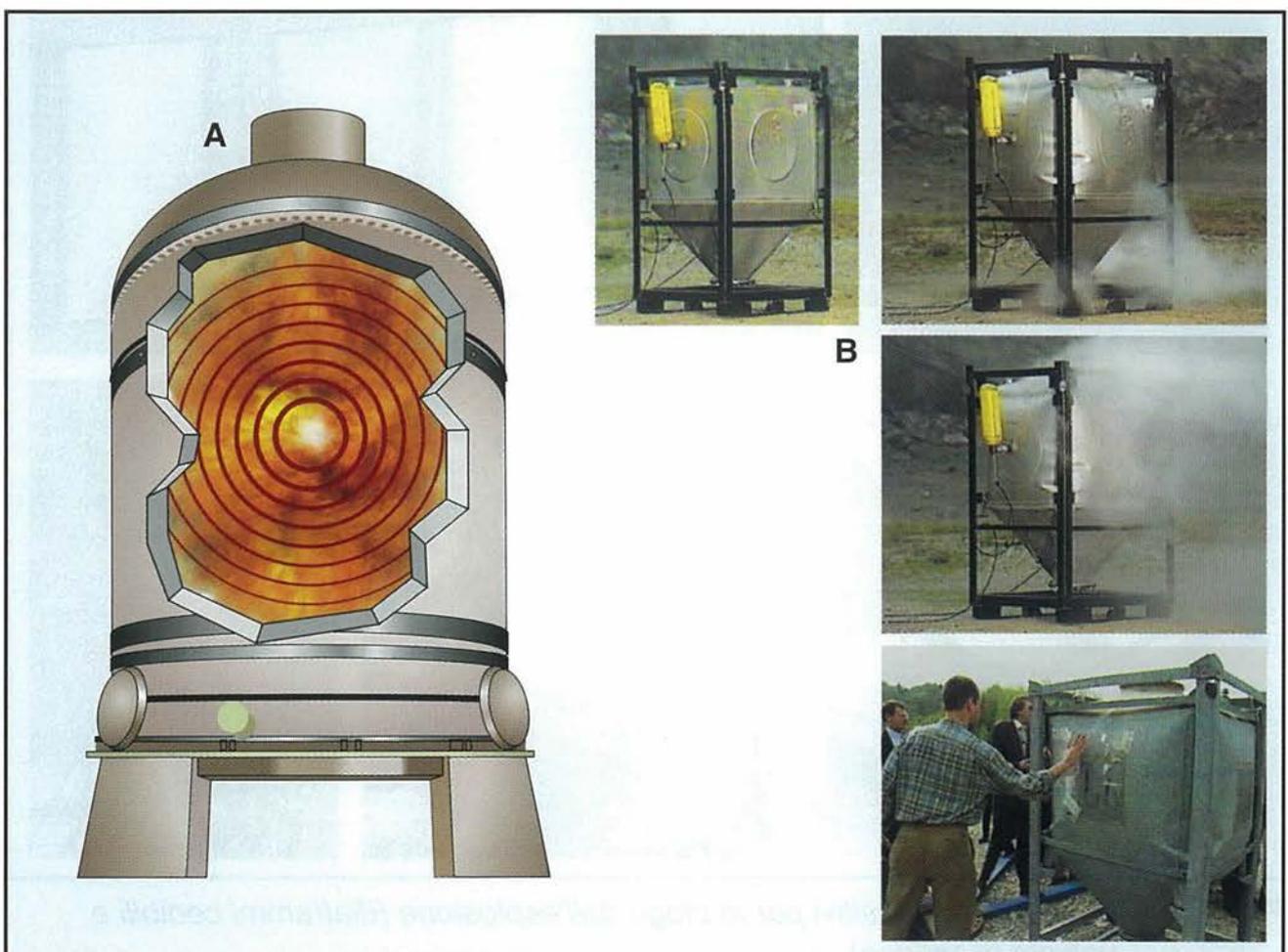


Figura 10 - Esempi di recipienti resistenti alle esplosioni. A: sistema costruttivo resistente alla pressione di un'esplosione. B: sistema costruttivo resistente all'onda d'urto di un'esplosione, prima e dopo l'esplosione

Sfoghi di esplosione

Per sfogare l'esplosione il recipiente è dotato di un dispositivo che si apre sotto l'azione di una pressione definita, nettamente inferiore alla pressione a cui il recipiente è in grado di resistere. I dispositivi usati a questo scopo sono per esempio diaframmi cedibili o valvole di scarico.

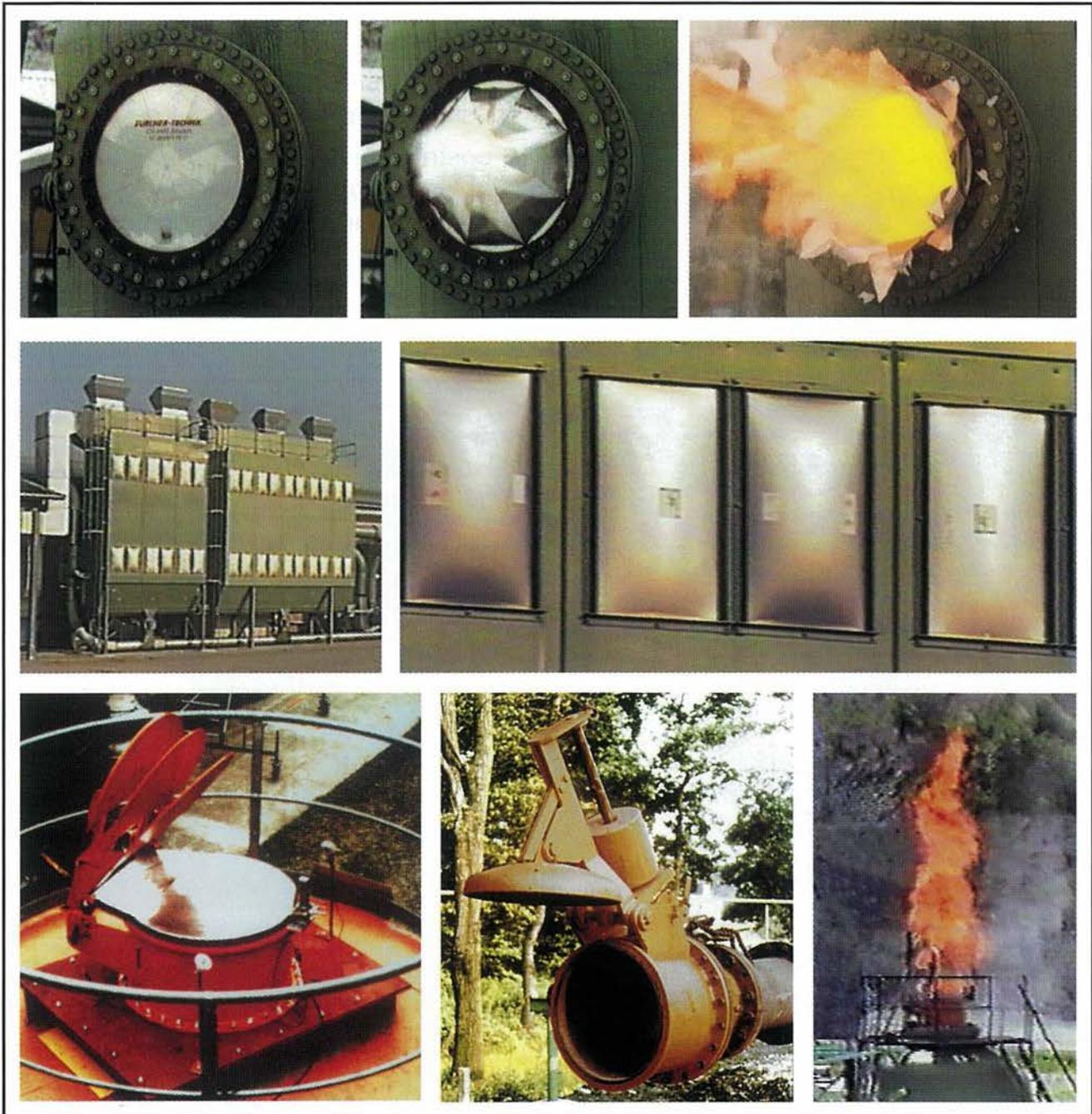


Figura 11 - Esempi di dispositivi per lo sfogo dell'esplosione (diaframmi cedibili e valvole di scarico)

Lo sfogo dell'esplosione deve avvenire "senza pericolo", quindi mai verso una zona di lavoro!

Soffocamento dell'esplosione

Gli impianti previsti a questo scopo individuano l'esplosione sul nascere per mezzo di un rivelatore di fiamma o di pressione e la soffocano nella fase iniziale insufflando rapidamente agenti di spegnimento.

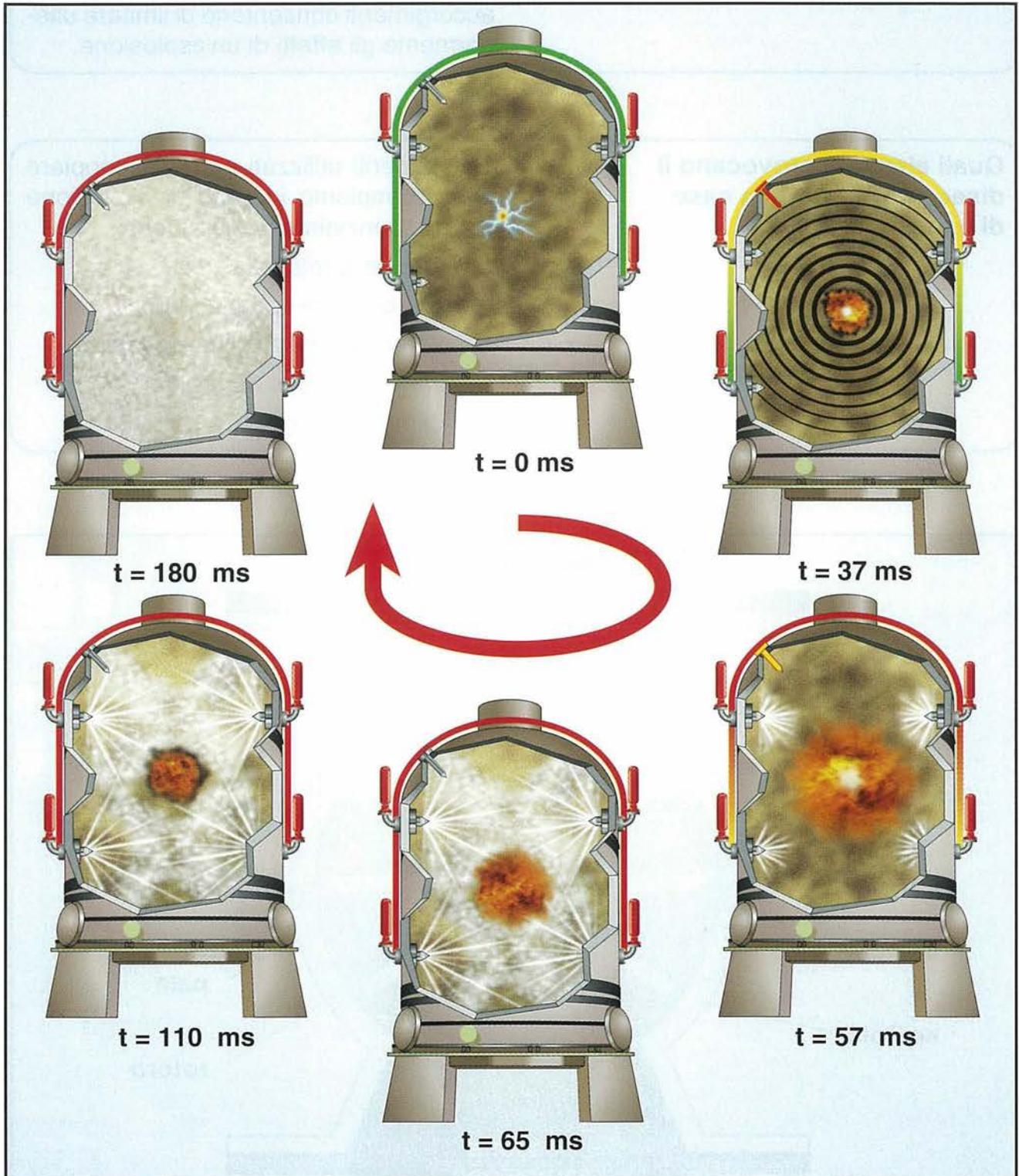


Figura 12 - Principio del soffocamento di un'esplosione (evoluzione nel tempo in un recipiente di 5 m³)

Disaccoppiamento delle parti di impianto

Per evitare che un'esplosione si propaghi dalle parti di un impianto protette da misure costruttive verso altre parti (protette o meno) - oppure in zone di lavoro - sono di regola necessari provvedimenti che garantiscano il disaccoppiamento delle diverse parti in caso di esplosione. Questi accorgimenti consentono di limitare ulteriormente gli effetti di un'esplosione.

Quali elementi provocano il disaccoppiamento in caso di esplosione?

Gli elementi utilizzati per disaccoppiare parti di impianto in caso di esplosione sono essenzialmente i seguenti:

- valvole a rotocella
- dispositivi di spegnimento
- saracinesche a chiusura rapida
- valvole a chiusura rapida
- camini di sfogo

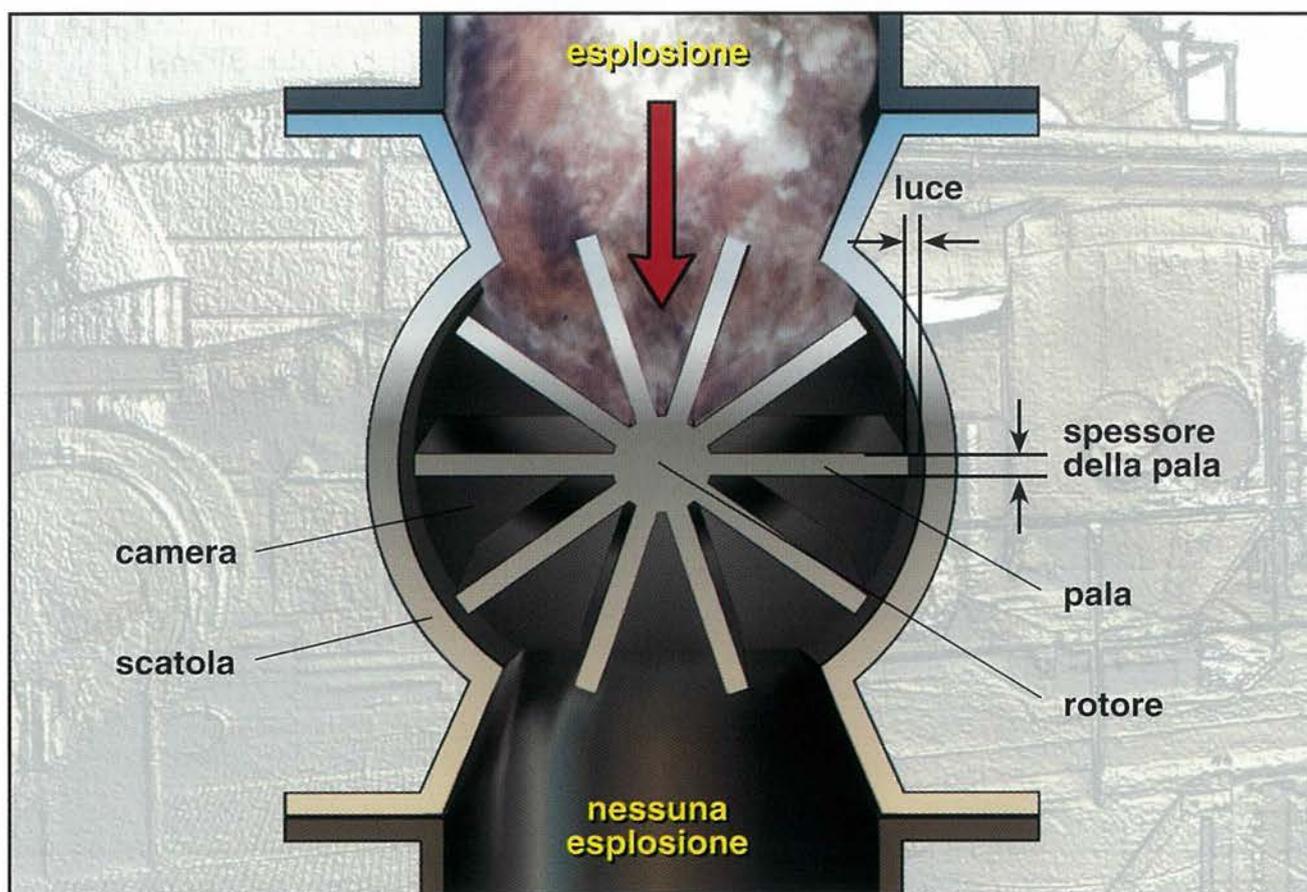


Figura 13 - Disaccoppiamento mediante una valvola a rotocella

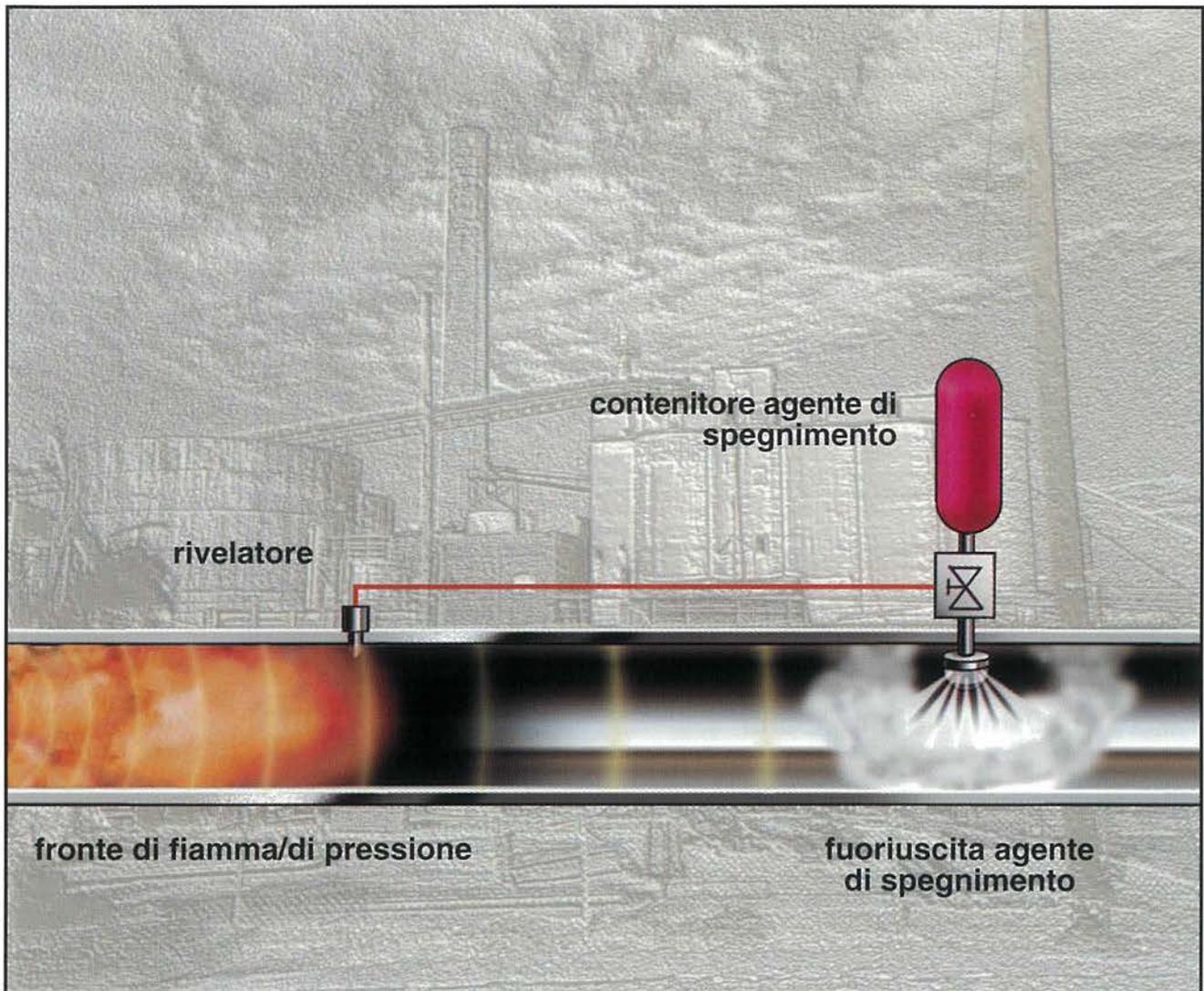


Figura 14 - Disaccoppiamento mediante un dispositivo di spegnimento

Nella scelta delle misure costruttive di protezione contro le esplosioni vanno considerati diversi fattori.

Per la corretta realizzazione delle misure è di regola necessario il know-how di un esperto.

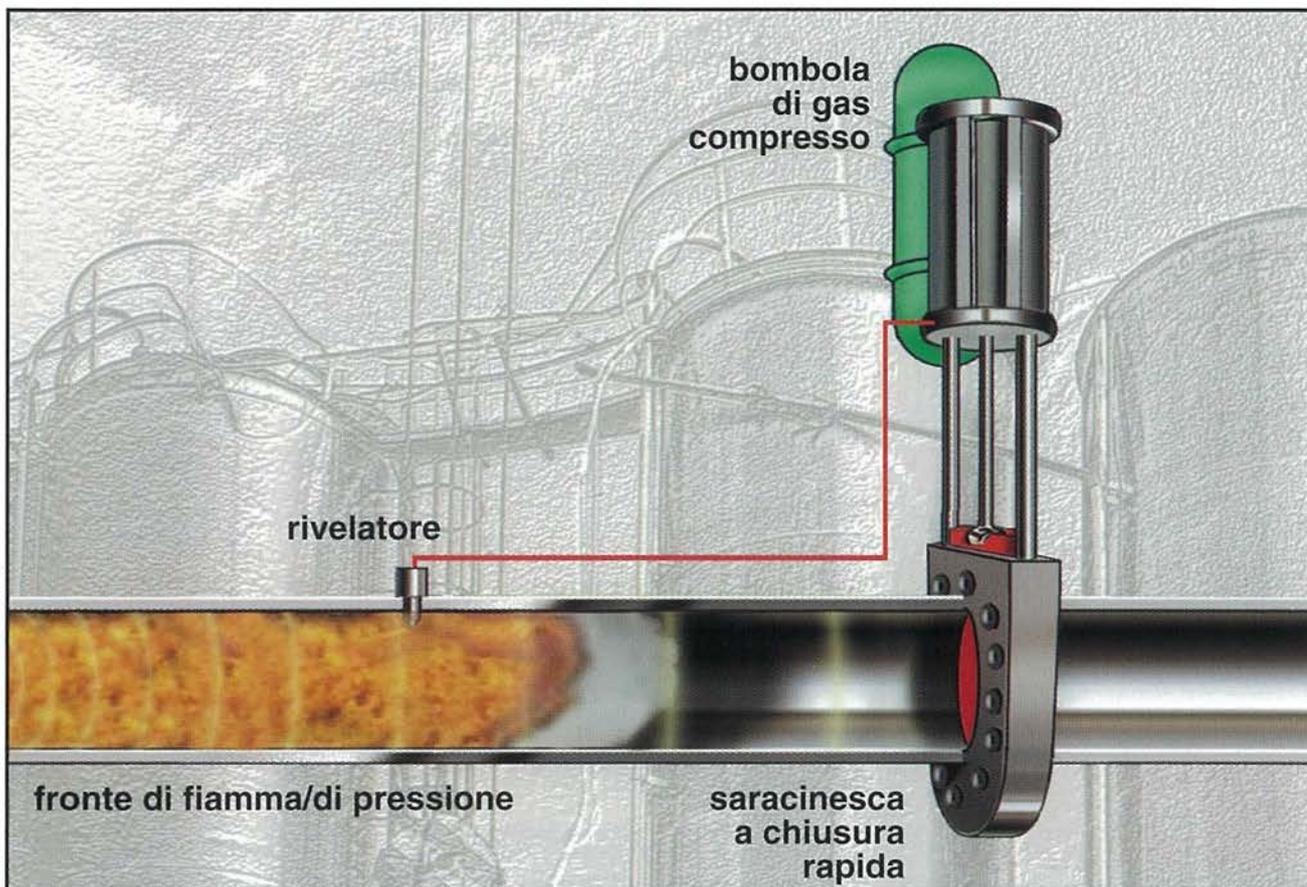


Figura 15 - Disaccoppiamento mediante una saracinesca a chiusura rapida

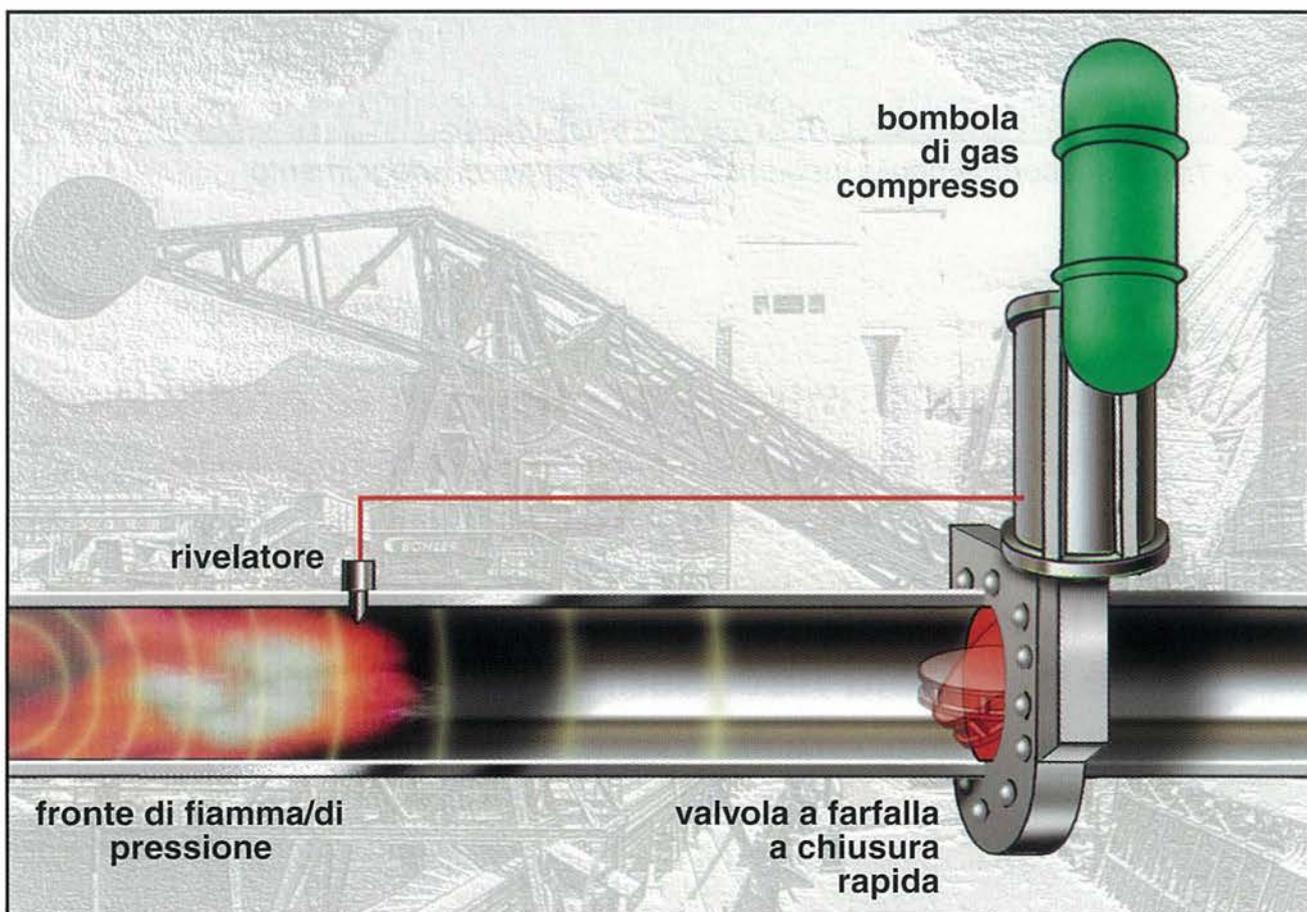


Figura 16 - Disaccoppiamento mediante una valvola a farfalla a chiusura rapida

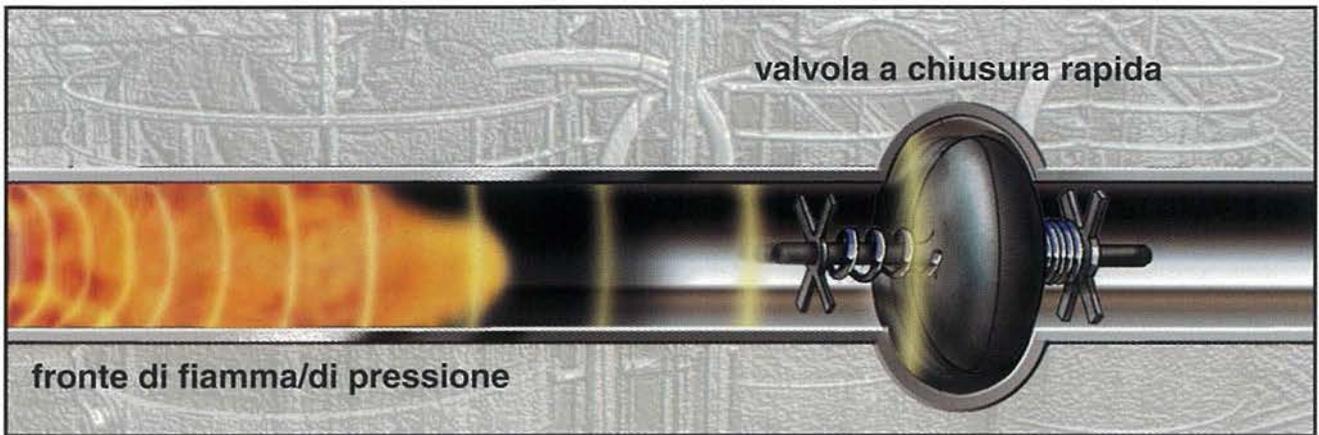


Figura 17 - Disaccoppiamento mediante una valvola a chiusura rapida

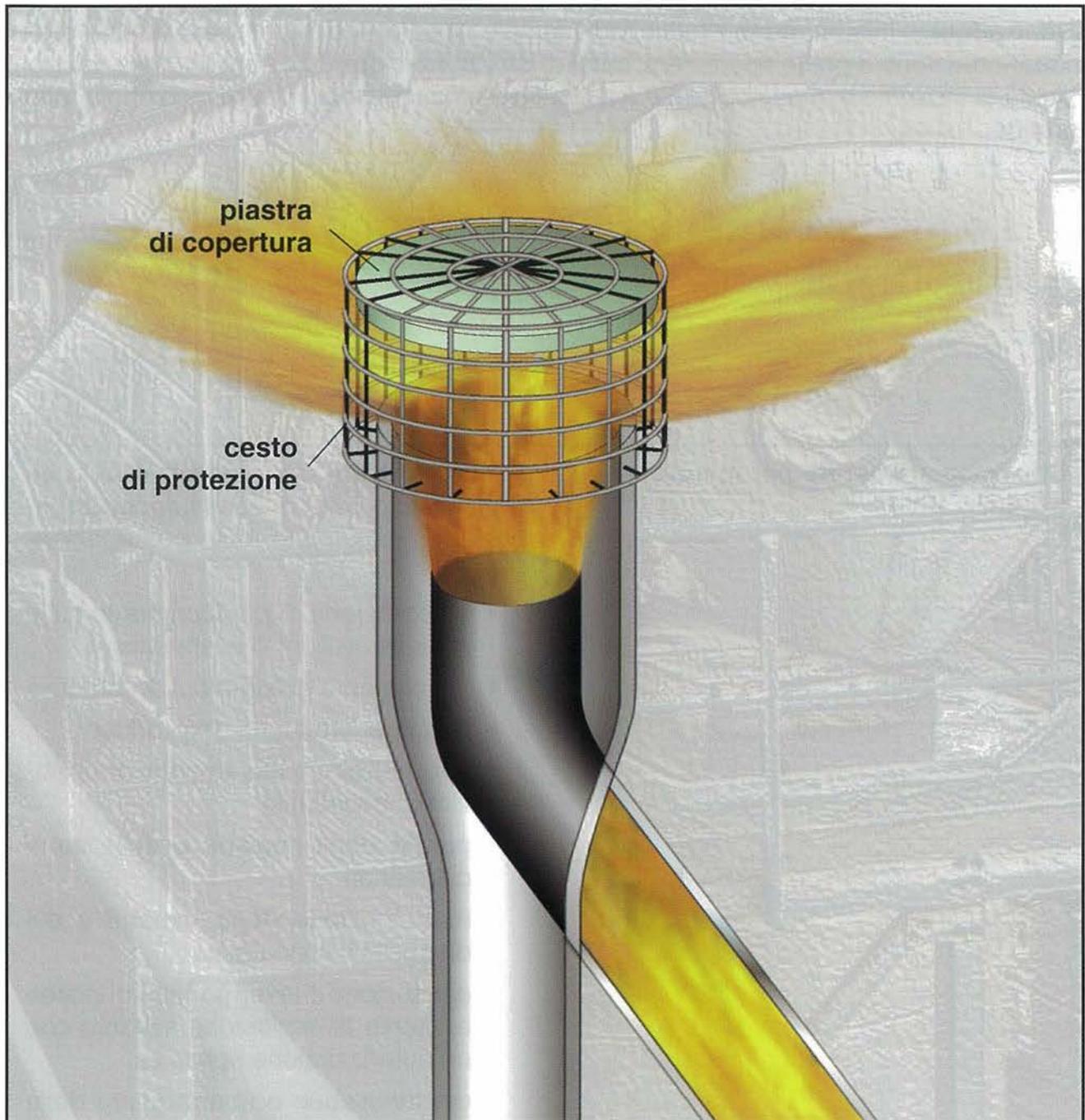


Figura 18 - Disaccoppiamento mediante un camino di sfogo

Misure organizzative

A complemento delle misure preventive e costruttive di protezione contro le esplosioni vanno adottate misure organizzative (ad esempio istruzioni per la messa in funzione, per la manutenzione e per le riparazioni, corsi di istruzione e qualificazione) volte a ridurre il rischio di incendio e di esplosione e a garantire l'efficacia delle misure tecniche a lungo termine.

Le misure organizzative vengono definite nel quadro del sistema di gestione della sicurezza dell'azienda.

Che cosa si intende per misure organizzative?

Fra le possibili misure organizzative, quelle elencate qui di seguito assumono un'importanza particolare nella prassi aziendale:

- elaborazione di un documento sulla protezione contro le esplosioni
- allestimento di istruzioni di esercizio
- regolare istruzione degli addetti
- uso dell'equipaggiamento di protezione individuale
- pulizia degli impianti e delle zone circostanti
- manutenzione degli impianti e dei dispositivi di sicurezza
- esecuzione di lavori particolari in aree a rischio di esplosione soltanto con un'autorizzazione specifica
- demarcazione o sbarramento delle zone pericolose

Elaborazione di un documento sulla protezione contro le esplosioni

Un documento sulla protezione contro le esplosioni deve contenere le seguenti informazioni:

- descrizione del settore, del processo, delle attività e dei quantitativi di materiali
- dati sui materiali (parametri di sicurezza)
- valutazione dei rischi
- suddivisione in zone
- misure di protezione tecniche e organizzative
- misure in caso di emergenza, istruzioni di esercizio e autorizzazioni per l'esecuzione di determinati lavori

Allestimento di istruzioni di esercizio

Le istruzioni di esercizio devono regolamentare il comportamento degli addetti sia durante l'esercizio normale, sia in caso di guasti. Le responsabilità per l'attuazione delle misure devono essere chiaramente definite.

Regolare istruzione degli addetti

A intervalli regolari gli addetti vanno informati sui pericoli cui sono esposti e istruiti sul comportamento da adottare.

Uso dell'equipaggiamento di protezione individuale

Gli equipaggiamenti di protezione individuali (ad esempio scarpe con soles conduttrici) devono essere messi a disposizione, indossati e mantenuti in buono stato.

Pulizia degli impianti e delle zone circostanti

La pulizia dell'impianto, in particolare l'eliminazione dei depositi di polvere nella zona circostante, rivestono un'importanza fondamentale. Basti pensare infatti che uno strato di polvere dello spessore di un millimetro sollevato dall'onda d'urto di un'esplosione primaria è sufficiente per indurre la formazione di una miscela polvere-aria esplosiva. È quindi importante che la pulizia venga effettuata a intervalli regolari, ma anche e soprattutto durante o subito dopo l'esecuzione di lavori con notevole formazione di polvere.

Controllo e manutenzione degli impianti e dei dispositivi di sicurezza

È importante dedicare particolare attenzione al controllo e alla regolare manutenzione degli impianti, specialmente dei dispositivi di sicurezza quali le valvole e le saracinesche a chiusura rapida, le sonde rilevatrici, e di quelle installazioni o parti d'impianto che possono costituire fonti d'innescio (ad esempio cuscinetti o cinghie di sollevamento). Nella prassi hanno fornito buoni risultati i programmi di controllo e manutenzione di sicurezza (liste di controllo).

Esecuzione di lavori particolari in aree a rischio di esplosione solo con un' autorizzazione specifica

Per lavori particolari come la saldatura, la smerigliatura e la riparazione di installazioni elettriche in aree con pericolo di esplosione sono necessarie autorizzazioni scritte (lavori alla fiamma, di saldatura e all'interno di recipienti).

Demarcazione e sbarramento delle zone pericolose

Le aree (zone) con pericolo di esplosione, ad esempio quelle attorno alle aperture di carico e scarico, alle stazioni di riempimento e alle saracinesche, devono essere segnalate adeguatamente. I settori in cui vi sono pericoli associati agli sfoghi di esplosione (effetti della pressione e delle fiamme) oppure all'uso di gas inerti (pericolo di asfissia) devono essere segnalati e sbarrati.

Le misure organizzative consentono di migliorare e completare l'efficacia delle misure preventive e costruttive di protezione contro le esplosioni.

istruzioni
di esercizio



manutenzione



demarcazione
e sbarramento



pulizia

informazione
e istruzione



Figura 19 - Misure organizzative

Misure edili

Le misure edili permettono da un lato di limitare i pericoli indotti dalle esplosioni di polveri e dall'altro di minimizzarne gli effetti sugli edifici.

Come si può aumentare la sicurezza mediante misure edili?

Ecco alcuni esempi di misure edili atte ad aumentare la sicurezza:

- compartimenti tagliafuoco
- separazione delle parti dell'impianto in cui vi è formazione di polvere (come stazioni d'insaccamento, postazioni di scarico da nastri trasportatori) dalle parti chiuse e quindi senza formazione di polvere, per esempio con pareti divisorie e sigillazione dei passaggi di condotte attraverso la parete
- superfici (ad esempio delle pareti) lisce
e
inserimento di pendenze (ad esempio su travi e davanzali) per evitare depositi di polvere.

Le misure edili consentono di aumentare la sicurezza in misura determinante.

Parametri relativi alla tecnica della sicurezza

Per attuare le misure di sicurezza presentate in questo opuscolo è indispensabile conoscere le caratteristiche (parametri) di combustione ed esplosione¹⁾ delle polveri da trattare. Queste caratteristiche non sono costanti fisiche, bensì parametri che dipendono dallo stato della polvere, dalle condizioni di impiego e dal metodo di analisi. Per realizzare le singole misure di sicurezza si devono conoscere i parametri riportati nella pagina seguente. La figura sottostante è una rappresentazione schematica di un apparecchio di prova (recipiente di un metro cubo per la determinazione dell'esplosibilità e dei parametri di esplosione di polveri).

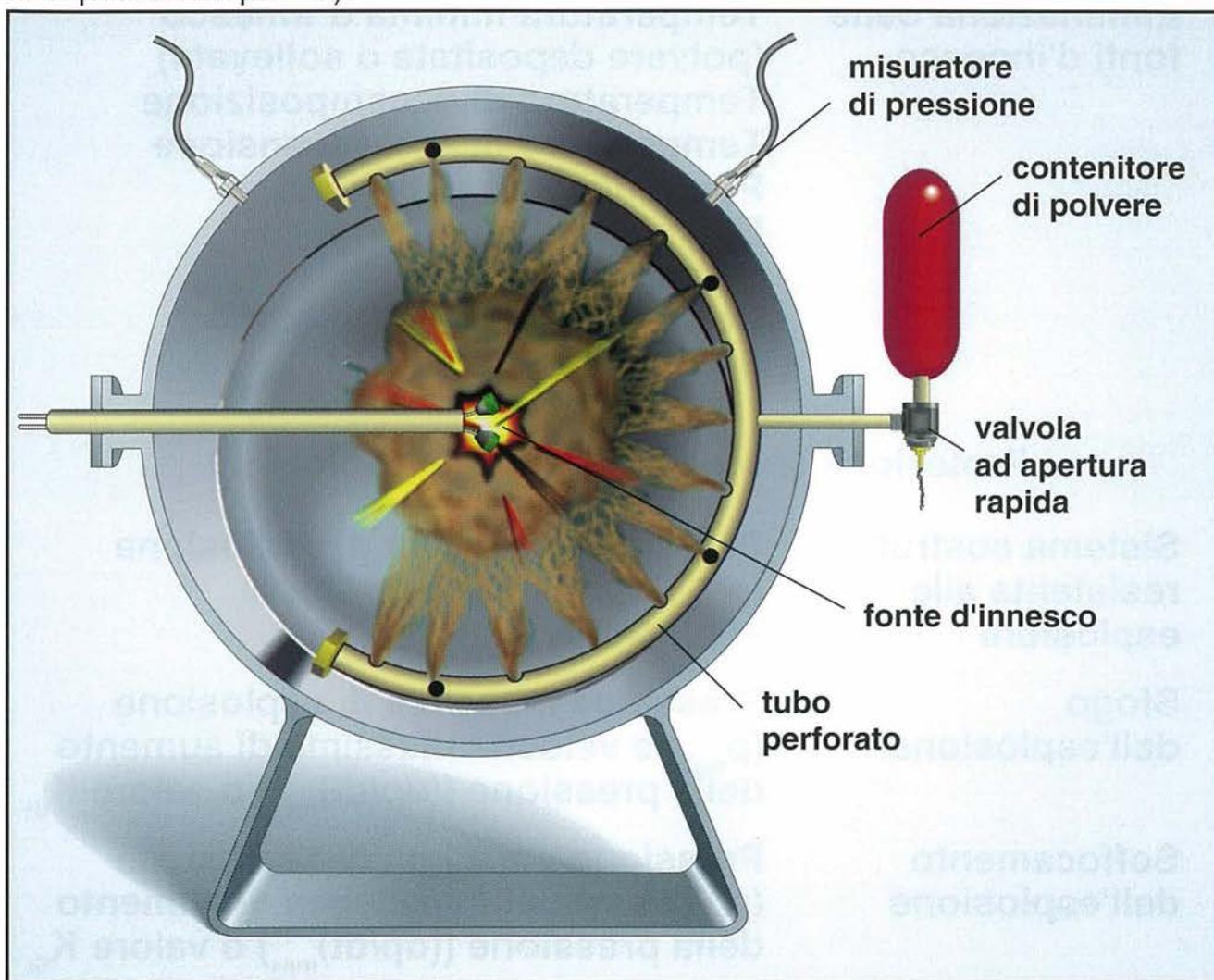


Figura 20 – Apparecchio di prova per la determinazione dei parametri di esplosione della polvere (recipiente di un metro cubo).

La valutazione dei parametri di sicurezza è compito degli esperti in materia.

¹⁾ Cfr. opuscolo AISS "Determination of the Combustion and Explosion Characteristics of Dusts".

Misure di sicurezza	Parametri necessari per la determinazione delle misure di sicurezza
Protezione preventiva contro le esplosioni	
Sostituzione del materiale infiammabile	Combustibilità, esplosibilità
Limitazione della concentrazione	Limite inferiore di esplosione
Inertizzazione	Concentrazione limite di ossigeno
Eliminazione delle fonti d'innescò	Temperatura minima d'innescò (polvere depositata o sollevata) Temperatura di decomposizione Temperatura di autoaccensione Punto di carbonizzazione Energia minima d'innescò Sensibilità all'urto Comportamento elettrostatico (resistenza specifica)
Protezione costruttiva contro le esplosioni	
Sistema costruttivo resistente alle esplosioni	Pressione massima di esplosione (p_{max}) o pressione ridotta di esplosione (p_{rid})
Sfogo dell'esplosione	Pressione massima di esplosione (p_{max}) e velocità massima di aumento della pressione ($(dp/dt)_{max}$) o valore K_{St}
Soffocamento dell'esplosione	Pressione massima di esplosione (p_{max}) e velocità massima di aumento della pressione ($(dp/dt)_{max}$) o valore K_{St}
Disaccoppiamento in caso di esplosione	Luce limite Temperatura minima d'innescò della nube di polvere Energia minima d'innescò

Bibliografia

- [1] Commissione delle Comunità europee, Direttiva 94/9/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 marzo 1994 concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri *relative agli apparecchi e ai sistemi di protezione destinati a essere utilizzati in atmosfera esplosiva*
Gazzetta ufficiale delle Comunità europee n. L 100 del 19 aprile 1994, pagg. 1-29 (ATEX 100a, ora ATEX 95).
- [2] Commissione delle Comunità europee, Direttiva 99/92/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 16 dicembre 1999 *relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori che possono essere esposti al rischio di atmosfere esplosive* (quindicesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE)
Gazzetta ufficiale delle Comunità europee n. L 023 del 28 gennaio 2000, pagg. 57-64 (ATEX 118a, ora ATEX 137).
- [3] EN (Norma europea), *Atmosfere esplosive – Prevenzione dell'esplosione e protezione contro l'esplosione – Parte 1: concetti fondamentali e metodologia*, NE 1127-1, agosto 1997 (UNI EN 1127-1: 2001).
- [4] Bartknecht W., *Explosionsschutz, Grundlagen und Anwendung*, Springer Verlag, D-10969 Berlin, 1993.
- [5] VDI (Verein Deutscher Ingenieure), *Staubbrände und Staubexplosionen, Gefahren – Beurteilung – Schutzmassnahmen*, VDI-Richtlinie 2263, VDI Verlag, D-40239 Düsseldorf, 1992.
- [6] ESCIS (Expertenkommission für Sicherheit in der chemischen Industrie der Schweiz), *Sicherheitstests für Chemikalien*, ESCIS-Heft 1, Suva Settore chimica, CH-6002 Lucerna, 1998.
- [7] VDI, *Staubbrände und Staubexplosionen, Gefahren – Beurteilung – Schutzmassnahmen, Untersuchungsmethoden zur Ermittlung von sicherheitstechnischen Kenngrössen von Stäuben*, VDI-Richtlinie 2263 – Blatt 1, VDI Verlag, D-40239 Düsseldorf, 1990.
- [8] VDI, *Staubbrände und Staubexplosionen, Gefahren – Beurteilung – Schutzmassnahmen, Intertisierung*, VDI-Richtlinie 2263 – Blatt 2, VDI Verlag, D-40239 Düsseldorf, 1992.
- [9] ESCIS, *Inertisierung*, ESCIS-Heft 3, Suva Settore chimica, CH-6002 Lucerna, 1995.

- [10] ESCIS, *Statische Elektrizität – Regeln für die betriebliche Sicherheit*, ESCIS-Heft 2, Suva Settore chimica, CH-6002 Lucerna, 1997.
- [11] ESCIS, *Statische Elektrizität – Zündgefahren und Massnahmen, ein interaktives Lernprogramm*, CD-ROM V1.1d, Suva Settore chimica, CH-6002 Lucerna, 2000.
- [12] VDI, *Staubbrände und Staubexplosionen, Gefahren – Beurteilung – Schutzmassnahmen, Explosionsdruckstossfeste Behälter und Apparate – Berechnung, Bau und Prüfung*, VDI-Richtlinie 2263 – Blatt 3, VDI Verlag, D-40239 Düsseldorf, 1979.
- [13] VDI, *Staubbrände und Staubexplosionen, Gefahren – Beurteilung – Schutzmassnahmen, Unterdrückung von Staubexplosionen*, VDI-Richtlinie 2263 – Blatt 4, VDI Verlag, D-40239 Düsseldorf, 1992.
- [14] VDI, *Druckentlastung von Staubexplosionen*, VDI-Richtlinie 3673 – Blatt 1, VDI Verlag, D-40239 Düsseldorf, 1995.
- [15] ESCIS, *Mahlen brennbarer Feststoffe*, ESCIS-Heft 5, Suva Settore chimica, CH-6002 Lucerna, 1993.
- [16] ESCIS, *Schutz gegen Stoffaustritt als Folge notfallmässiger Druckentlastung*, ESCIS-Heft 12, Suva Settore chimica, CH-6002 Lucerna, 1996.
- [17] Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), *Dokumentation Staubexplosionen – Analyse und Einzelfalldarstellung*, BIA-Report 11/97, HVBG, D-53754 Sankt Augustin, 1997.
- [18] Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), *Brenn- und Explosionskenngrössen von Stäuben*, BIA-Report 12/97, HVBG, D-53754 Sankt Augustin, 1997.
- [19] Steen H., *Handbuch des Explosionsschutzes*, Wiley-VCH Verlag, D-69469 Weinheim, 2000.
- [20] ESCIS, *Esplosionsschutz*, Video-Reihe Teil 1-4, Suva Settore chimica, CH-6002 Lucerna, 1998.

Serie AISS

sulla protezione contro le esplosioni

AISS

Sezione industria chimica
Gruppo di lavoro "Protezione contro le esplosioni"

Protezione contro le esplosioni di polveri infiammabili (dt./engl./it.)
(2003)

Protezione dalle esplosioni di gas, vapori o nebbie infiammabili in miscela con aria
(dt./engl./it.)
(2000)

Sicurezza degli impianti a gas di petrolio liquefatti (propano e butano)
(dt./engl./fr./it./span.)
(1992)

Elettricità statica – Pericoli d'innescò e misure di protezione (dt./engl./fr./it.)
(1995)

Fonti d'innescò (in preparazione)

Indirizzo per le ordinazioni: IVSS Sektion Chemie
Kurfürsten Anlage 2
D-69115 Heidelberg
Germania

AISS

Sezione per la sicurezza delle macchine
Gruppo di lavoro "Esplosioni di polveri"

Dust explosion protection of machines and apparatus

- Basic Principles (dt./engl.)
(2003)
- Collection of Examples (dt./engl./fr.)
(1990)

Explosion Suppression (dt./engl./fr.)
(1990)

Determination of the Combustion and Explosion Characteristics of Dust (dt./engl.)
(1995)

Explosion Isolation (dt./engl.)
(in preparazione)

Indirizzo per le ordinazioni: IVSS Sektion Maschinensicherheit
Dynamostr. 7-11
D-68165 Mannheim
Germania

L'AISS E LA PREVENZIONE DEGLI INFORTUNI E DELLE MALATTIE PROFESSIONALI

La Commissione tecnica permanente dell'AISS per la prevenzione degli infortuni e delle malattie professionali riunisce specialisti del mondo intero attivi nel campo della sicurezza sul lavoro. Essa promuove le attività internazionali in questo settore e realizza studi speciali su temi quali il ruolo della stampa, della radio e della televisione nell'ambito sia della protezione sul lavoro, sia delle strategie di sicurezza negli ambienti professionali, nel traffico stradale e negli ambienti domestici. Detta Commissione coordina inoltre le attività svolte in diversi rami dell'industria e nell'agricoltura dalle sette sezioni internazionali per la prevenzione degli infortuni e delle malattie professionali, con segretariati in diversi paesi. Due altre sezioni si dedicano alle tecniche di informazione nel campo della protezione sul lavoro e ai relativi lavori di ricerca.

Le attività delle sezioni internazionali dell'AISS comprendono:

- lo scambio di informazioni fra associazioni e organi interessati alla prevenzione dei rischi professionali
- l'organizzazione di congressi per commissioni di esperti e gruppi di lavoro, di tavole rotonde e colloqui a livello internazionale
- la realizzazione di indagini e studi
- la promozione dei lavori di ricerca
- la pubblicazione di informazioni specifiche.

Per ulteriori informazioni su queste attività e sul lavoro svolto in generale dall'AISS nel settore della protezione sul lavoro rimandiamo al volantino Sicherheit weltweit, ottenibile presso la segreteria della sezione in lingua tedesca, inglese, francese e spagnola.

I MEMBRI DELLE SEZIONI INTERNAZIONALI

Ogni sezione internazionale dell'AISS ha tre categorie di membri:

- **membro effettivo** i membri effettivi e associati dell'AISS di Ginevra e di altre organizzazioni senza scopo di lucro possono inoltrare la domanda di adesione quali membri effettivi
- **membro associato** altre organizzazioni e aziende industriali possono diventare membri associati, purché dispongano delle conoscenze nel settore d'attività della sezione
- **corrispondente** esperti individuali possono diventare membri corrispondenti di una sezione.

Per ulteriori informazioni, o per richiedere i questionari di adesione, rivolgersi direttamente al segretariato delle singole sezioni.

ALMENO UNA DELLE SEGUENTI SEZIONI DELL'AISS PER LA PREVENZIONE DEI RISCHI PROFESSIONALI È COMPETENTE IN MATERIA DI SICUREZZA NEL VOSTRO CAMPO D'ATTIVITÀ. NON ESITATE A CONTATTARLA!



ISSA INTERNATIONAL SECTION
for AGRICULTURE
Bundesverband der landwirtschaftlichen
Berufsgenossenschaften
Weissensteinstrasse 72
D-34131 KASSEL-WILHELMSHÖHE
Germany



ISSA INTERNATIONAL SECTION
for the MACHINE SAFETY
Berufsgenossenschaft
Nahrungsmittel und Gaststätten
Dynamostr. 7-11
D-68165 MANNHEIM
Germany



ISSA INTERNATIONAL SECTION
for the CHEMICAL INDUSTRY
Berufsgenossenschaft
der chemischen Industrie
Kurfürsten Anlage 62
D-69115 HEIDELBERG
Germany



ISSA INTERNATIONAL SECTION
for the MINING INDUSTRY
Bergbau-Berufsgenossenschaft
Hunscheidtstrasse 18
D-44789 BOCHUM
Germany



ISSA INTERNATIONAL SECTION
for the CONSTRUCTION INDUSTRY
Caisse régionale d'assurance-maladie
d'Ile de France
17-19, place de l'Argonne
F-75019 PARIS
France



ISSA INTERNATIONAL SECTION
for RESEARCH
Institut National de Recherche et de
Sécurité (INRS)
30, rue Olivier-Noyer
F-75680 PARIS CEDEX 14
France



ISSA INTERNATIONAL SECTION
for ELECTRICITY – GAS –
LONG-DISTANCE HEATING – WATER
Berufsgenossenschaft
der Feinmechanik und Elektrotechnik
Gustav Heinemann Ufer 130
D-50968 KÖLN
Germany



ISSA INTERNATIONAL SECTION
for EDUCATION and TRAINING
Institut National de Recherche et
de Sécurité (INRS)
30, rue Olivier-Noyer
F-75680 PARIS CEDEX 14
France



ISSA INTERNATIONAL SECTION
for INFORMATION
Institut pour la prévention, la protection
et le bien-être au travail (PREVENT)
88, rue Gachard, Boîte 4
B-1050 BRUXELLES
Belgium



ISSA INTERNATIONAL SECTION
for HEALTH SERVICES
Berufsgenossenschaft für
Gesundheitsdienst und
Wohlfahrtspflege (BGW)
Pappelallee 35-37
D-22089 HAMBURG
Germany



ISSA INTERNATIONAL SECTION
for the IRON AND METAL
INDUSTRY
Allgemeine
Unfallversicherungsanstalt
Adalbert-Stifter-Strasse 65
A-1200 WIEN XX
Austria