

ATMOSFERE ESPLOSIVE

Atmosfere esplosive

Miscela con aria, in condizioni atmosferiche, di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapori, polveri, fibre o residui solidi volanti, la quale, dopo l'accensione, permette l'autosostentamento della propagazione delle fiamme.



Attività soggette

Tutte le attività dove è presente il rischio di esplosione da atmosfere esplosive.

Sono escluse:

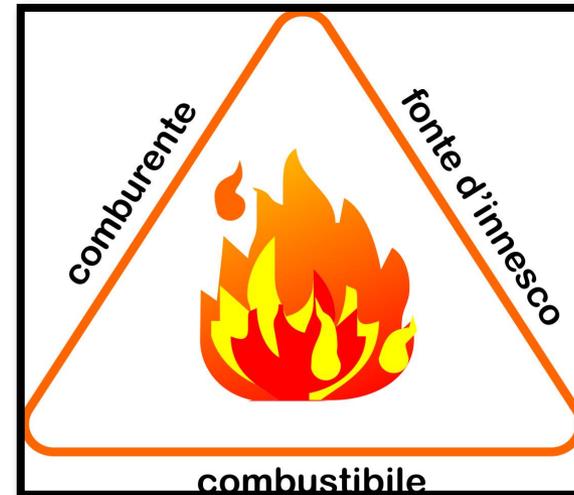
- le aree per le cure mediche dei pazienti;
- l'uso di apparecchi a gas;
- la manipolazione di esplosivi;
- le industrie estrattive di minerali;
- l'impiego di mezzi di trasporto per i quali si applicano le pertinenti disposizioni degli accordi internazionali.



Esplosione

Un'esplosione si può verificare quando sono presenti contemporaneamente:

- **comburente**: sostanza che agisce come agente ossidante di un combustibile in una reazione di combustione (ossigeno);
- **combustibile**: qualsiasi sostanza capace di infiammarsi, organica o inorganica;
- **fonte di innesco**: condizione energetica necessaria perché la reazione di combustione abbia luogo, (scintilla, calore...).



Combustibili

| | |
|-----------------------------|---|
| Gas | Sostanza che si trova al di sopra della sua temperatura critica. |
| Vapore | Sostanza che si trova al di sotto della sua temperatura critica. |
| Nebbia | Goccioline di liquido disperse in un gas a seguito di forti accelerazioni o per condensa per abbassamento della temperatura. |
| Polveri combustibili | Polveri, fibre o particelle in sospensione che possono bruciare o incendiarsi nell'aria e potrebbero formare miscele esplosive con l'aria in condizioni di pressione atmosferica e una forte accelerazione temperature normali. |

Temperatura critica: temperatura al di sopra della quale una sostanza allo stato gassoso non può essere liquefatta per sola compressione.

Parametri fisici della combustione

Punto di infiammabilità

Temperatura minima alla quale un liquido rilascia una quantità sufficiente di gas o vapore combustibile in grado di accendersi all'applicazione di una sorgente di accensione efficace.

| Sostanza | Punto di infiammabilità (°C) |
|----------------|------------------------------|
| Propano | -104 |
| Benzina | - 20 |
| Acetilene | -18 |
| Alcool etilico | 13 |
| Gasolio | 65 |

Parametri fisici della combustione

Temperatura di accensione

Minima temperatura di una superficie riscaldata alla quale avviene l'accensione di una sostanza infiammabile allo stato di gas o vapore in miscela con l'aria.

Energia minima di accensione (MIE)

È la più bassa energia necessaria a provocare l'accensione di una miscela infiammabile.

| Sostanza | Temperatura di accensione (°C) | MIE (MJ) |
|-----------|--------------------------------|----------|
| Acetilene | 305 | 0,017 |
| Benzene | 740 | 0,2 |
| Etano | 472 | 0,24 |
| Metano | 632 | 0,21 |
| Propano | 493 | 0,25 |

Parametri fisici della combustione

Limiti di esplosione

Intervallo di concentrazione entro il quale la sostanza infiammabile può esplodere.

Limite inferiore di esplosione (LEL)

Concentrazione in aria di sostanza infiammabile **al disotto** della quale l'atmosfera non esplode.

Limite superiore di esplosione (UEL)

Concentrazione in aria di sostanza infiammabile **al disopra** della quale l'atmosfera non esplode.

Parametri fisici della combustione



| Sostanza | LEL (% vol.) | UEL (% vol.) |
|-----------|--------------|--------------|
| Acetilene | 2,3 | 100 |
| Metano | 4,4 | 17 |
| Propano | 2,1 | 9,5 |

Atmosfera esplosiva pericolosa

Atmosfera che causa dei danni non trascurabili in caso di esplosione

Dipende da:

- **presenza** di una sostanza infiammabile;
- grado di **dispersione** della sostanza infiammabile;
- **concentrazione** della sostanza infiammabile nell'aria;
- **quantità** di atmosfera esplosiva tale da provocare danni in caso di esplosione.



Evitare le atmosfere esplosive

Misure atte al controllo della formazione di atmosfere esplosive:

Misure
organizzative

Evitarne la
formazione

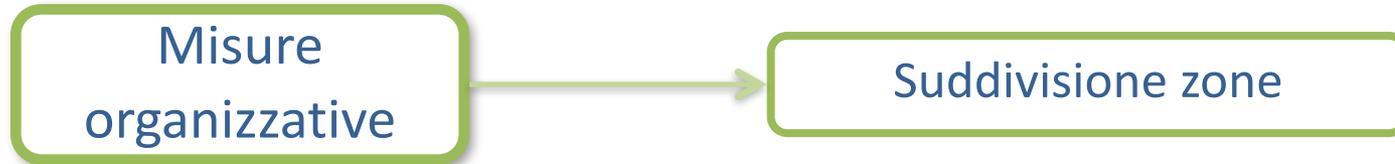
Impedire
l'innesco

Strutturazione
degli ambienti

Evitare le atmosfere esplosive



Suddivisione in zone



Per la protezione dalle esplosioni il luogo di lavoro viene diviso in zone.

Zone per gas, vapori e nebbie infiammabili

| | |
|---------------|---|
| Zona 0 | Area in cui è presente in permanenza o per lunghi periodi o spesso un'atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia. |
| Zona 1 | Area in cui occasionalmente durante le normali attività è probabile la formazione di un'atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia. |
| Zona 2 | Area in cui durante le normali attività non è probabile la formazione di un'atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia e, qualora si verificano, sia unicamente di breve durata . |

Suddivisione in zone

Misure
organizzative

Suddivisione zone

Zone per polveri infiammabili

| | |
|----------------|---|
| Zona 20 | Area in cui è presente in permanenza o per lunghi periodi o spesso un'atmosfera esplosiva sotto forma di nube di polvere combustibile nell'aria. |
| Zona 21 | Area in cui occasionalmente durante le normali attività è probabile la formazione di un'atmosfera esplosiva sotto forma di nube di polvere combustibile nell'aria. |
| Zona 22 | Area in cui durante le normali attività non è probabile la formazione di un'atmosfera esplosiva sotto forma di nube di polvere combustibile e, qualora si verifici, sia unicamente di breve durata . |

Suddivisione in zone

Misure
organizzative



Suddivisione zone

Le zone a rischio esplosione devono essere segnalate con l'apposito segnale di pericolo



Dispositivi di protezione individuale

Misure
organizzative

DPI

Il datore di lavoro deve:

- mettere a disposizione i DPI;
- controllare che se ne faccia un uso corretto.

Il lavoratore deve:

- utilizzare i DPI;
- averne cura;
- rispettare le regole relative al loro utilizzo.



Dispositivi di protezione individuale

Misure organizzative

DPI

Caratteristiche

- **Antistatici**, minimizzano la carica elettrostatica;
- **Dissipativi**, discreta capacità di dissipare le cariche elettrostatiche;
- **Conduttivi**, veloce dissipazione delle cariche elettrostatiche verso terra.



Dispositivi di protezione individuale

Misure organizzative

DPI

Indicazioni

- Nelle zone 0 e 20 gli abiti esterni devono essere dissipativi;
- Indossare abiti attillati;
- Non togliere o slacciare abiti nelle aree ATEX.



Evitare le atmosfere esplosive



Evitare le atmosfere esplosive

Misure
organizzative

Evitarne la
formazione

Impedire
l'innesco

Strutturazione
degli ambienti

Evitare le fonti di innesco

Tra le **fonti di innesco** più rilevanti abbiamo:

- superfici calde,
- fiamme e gas caldi,
- scintille,
- apparecchiature elettriche,
- fulmini,
- onde elettromagnetiche,
- elettricità statica.

Evitare le atmosfere esplosive

Impedire
l'innesco

Evitare le fonti di innesco

Superfici calde

- Apparecchi elettrici;
- Pompe (incluso il premistoppa);
- Ventilatori centrifughi;
- Compressori;
- Cuscinetti (radenti e volventi);
- Valvole rotative;
- Coclee;
- Innesti a frizione;
- Freni;
- Passaggi d'albero;
- Radiatori, essiccatori, tubi radianti.

Evitare le atmosfere esplosive

Impedire
l'innesco

Evitare le fonti di innesco

Fiamme e gas caldi

- Fumo di sigaretta;
- Arco elettrico;
- Smerigliatura;
- Saldatura ossiacetilenica;
- Preriscaldamento a fiamma;
- Esecuzione di lavori elettrici su apparecchi CE-ATEX;
- Utilizzo di motori a combustione interna;
- Riscaldamento a resistenza;
- Presenza di veicoli in zone classificate.

Evitare le atmosfere esplosive

Impedire
l'innesco

Evitare le fonti di innesco

Scintille di origine meccanica

Esempio

- Dovute all'attrito → Guasto meccanico ad una macchina in movimento
- Dovute ad abrasione → Molatura
- Dovute ad impatto → Urto di particelle con la girante di un ventilatore

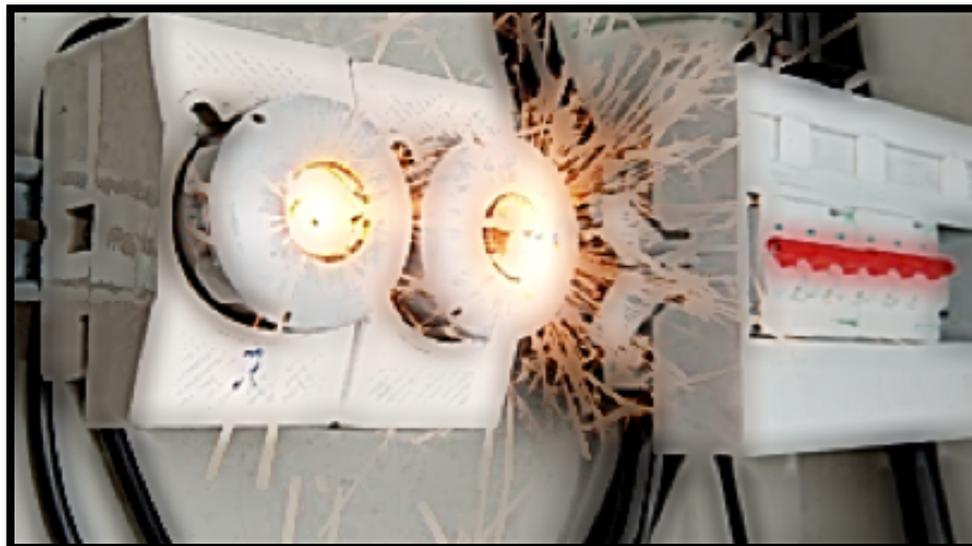
Evitare le atmosfere esplosive

Impedire
l'innesco

Evitare le fonti di innesco

Apparecchiature elettriche

- L'innesco è dovuto alla presenza di scintillio tra i contatti elettrici degli interruttori durante il funzionamento.



Evitare le atmosfere esplosive

Impedire
l'innesco

Evitare le fonti di innesco

Fulmini

- Se un fulmine colpisce un'atmosfera esplosiva, si verifica sempre un'accensione.
- Possibilità di accensione dovuta anche alla temperatura elevata raggiunta dai parafulmini.



Evitare le atmosfere esplosive

Impedire
l'innesco

Evitare le fonti di innesco

Onde elettromagnetiche

Tipo di emissione

- Radiofrequenze da 10^4 a 3×10^{12} Hz
- 3×10^{11} a 3×10^{15} Hz

Esempio

Generatori RF per uso
medicale o industriale

Raggi solari, se concentrati;
Laser

Evitare le atmosfere esplosive

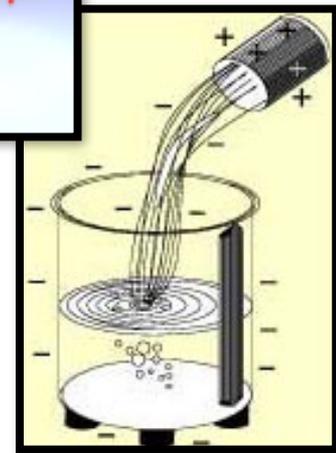
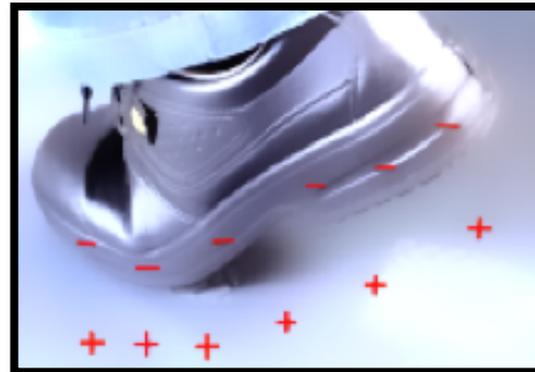
Impedire
l'innesco

Evitare le fonti di innesco

Elettricità statica

Dovuta a:

- contatto e separazione tra solidi;
- flusso di liquidi e polveri;
- induzione elettrostatica da campo elettrico.

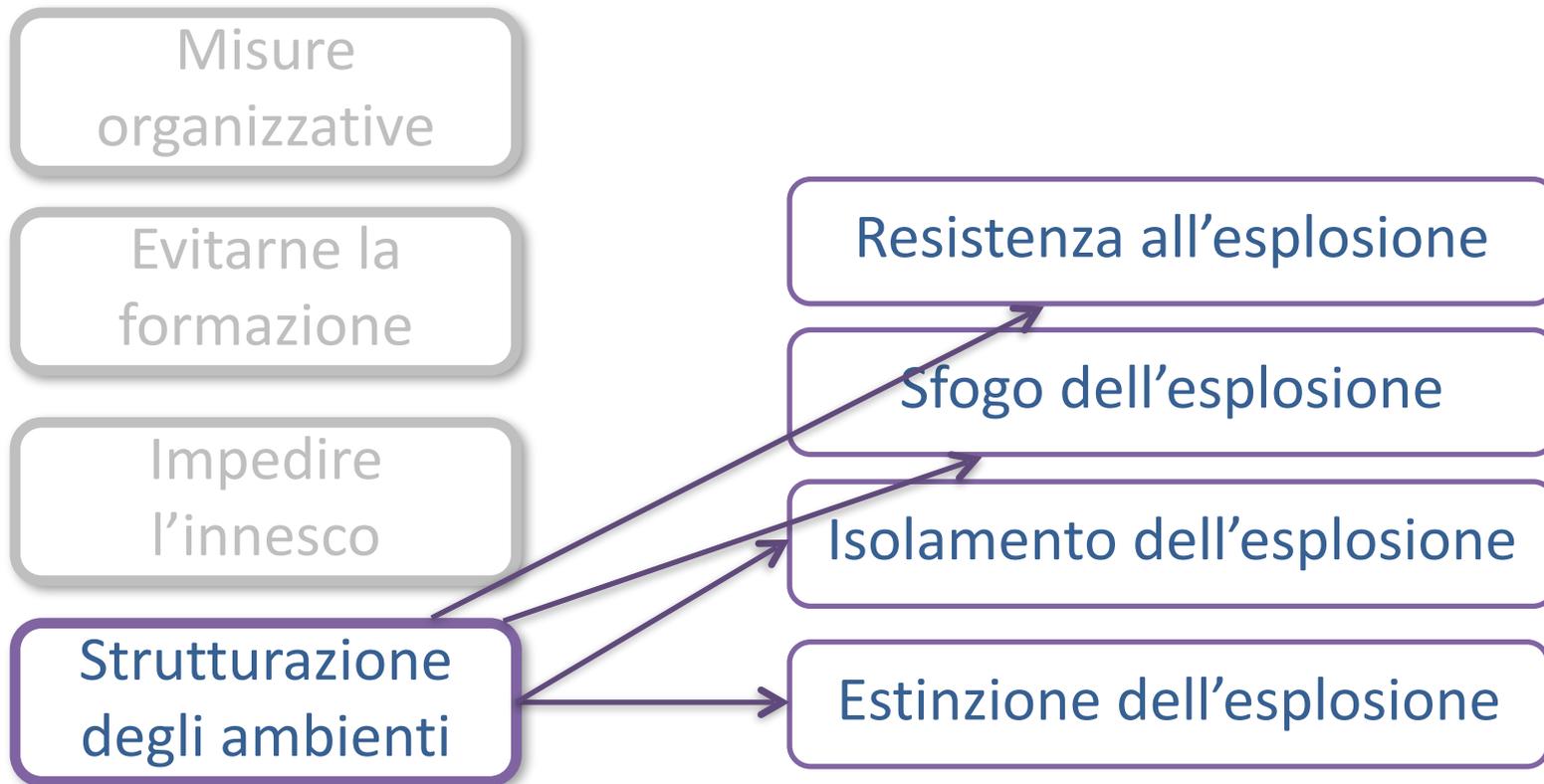


Caricamento elettrostatico

- L'elettricità si genera nel momento in cui gli elettroni passano da un atomo all'altro.
- Quando due materiali differenti entrano in contatto, uno si carica positivamente, l'altro si carica negativamente.
- Si genera così elettricità statica che può produrre l'accensione.



Evitare le atmosfere esplosive



Effetti dell'esplosione

- Ustioni;
- Ferimento per la proiezione di solidi (es. schegge);
- Danno ad organi interni;
- Rottura del timpano;
- Lesioni dovute alla proiezione della persona contro oggetti solidi.



Cosa fare in caso di esplosione?

- Riparo fisico;
- Allontanamento degli operatori (dopo l'evento);
- Allontanamento dalle finestre, lampadari, ...;
- Adottare i DPI delle vie respiratorie (se presenti);
- Non generare ulteriori fiamme (es. accendini);
- Attendere indicazioni degli addetti alle emergenze.

