

ing. Domenico Mannelli

www.mannelli.info



Valutazione dei
rischi da esplosione

Esplosioni di polveri nei processi di finitura di manufatti in alluminio e leghe nella realtà produttiva ASL 14 VCO

IMPIANTO DI ASPIRAZIONE ESPLOSO VISTO DALL'ALTO



FILTRO A MANICHE ESPLOSO



ALCUNI SETTORI DI INTERESSE

Discariche e Ingegneria edile

Nelle discariche possono formarsi gas di discarica infiammabili. Per evitare che tali gas si diffondano in modo incontrollato ed eventualmente prendano fuoco, occorre adottare misure tecniche di ampio respiro. Gas infiammabili, originati da fonti diverse, possono accumularsi in gallerie scarsamente ventilate, cantine, ecc.

Industria del legno

Nelle operazioni di lavorazione del legno si producono polveri di legno che possono formare, ad esempio, in filtri o silos, miscele esplosive polvere/aria.

Riciclaggio

Nel trattamento dei rifiuti riciclabili si può generare un rischio d'esplosione, ad es. a causa di scatole di metallo non ben ripulite e di altri recipienti con gas e/o liquidi infiammabili, oppure di polveri di carta o materiali sintetici.

Verniciatura

L'overspray che si forma durante la verniciatura di superficie mediante pistola in cabina di verniciatura e i vapori dei solventi miscelati ad aria possono dar luogo ad atmosfere esplosive

Smaltimento Nel trattamento delle acque di scarico presso i depuratori, i biogas derivanti possono formare miscele esplosive gas/aria

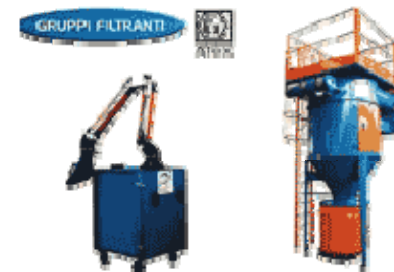
DIRETTIVE ATEX

È opportuno ricordare che con il termine direttiva atex si intendono due direttive completamente diverse come scopo

1ª DIRETTIVA ATEX

Direttiva ATEX 94/9/CE.

La Direttiva 94/9/CE è una direttiva orientata al produttore, essa è specifica ai sensi della Direttiva Macchine e contiene requisiti molto specifici per evitare pericoli derivanti da atmosfere potenzialmente esplosive, mentre la Direttiva macchine contiene solo i requisiti generali relativi alle sicurezze contro le esplosioni.



2ª DIRETTIVA ATEX

Direttiva ATEX 99/92/CE

Tale direttiva è orientata al datore di lavoro ed è specifica ai sensi della legge 696. Essa armonizza e stabilisce i requisiti minimi di salute e sicurezza dei lavoratori che possono essere esposti al rischio di atmosfere esplosive ed obbliga il datore di lavoro ad adottare misure tecniche /organizzative per:

- Prevenire la formazione di miscele esplosive.
- Evitare l'iniziazione di atmosfere esplosive.
- Rimuovere gli strati di polveri.
- Realizzare opportune aerazioni dei locali.
- Prevenire scintille di origine meccanica.
- Incrementare la misura delle particelle di polvere.
- Rimanere al di fuori dei limiti di concentrazione di gas o polveri che possono provocare esplosione.
- Installare sistemi di allarme per la segnalazione di concentrazioni pericolose.
- Attenuare i danni di una esplosione in modo da garantire la salute e la sicurezza dei lavoratori.
- Adottare misure di prevenzione e protezioni contro le esplosioni.

LE ATEX

Legge 81/08

**TITOLO XI - PROTEZIONE
DA ATMOSFERE ESPLOSIVE**

Datore di lavoro

**Direttiva 99/92/CE del
16/12/99 G.U.C.E. L
23 del 18/01/2000**

**D.P.R. 462 del
22/10/01
G.U.R.I. n.197 del
26/08/2003.**

**D.legs. 233 del
12/08/2003**

Fabbricante

**Direttiva 94/9CE
del 23/03/94
G.U.C.E. L
100 del
19/04/1994**

**DPR 126 del
23/04/98
G.U.R.I.
n.101 del
04/05/1998**

**Linee guida
maggio 2002
(n.09/04)**

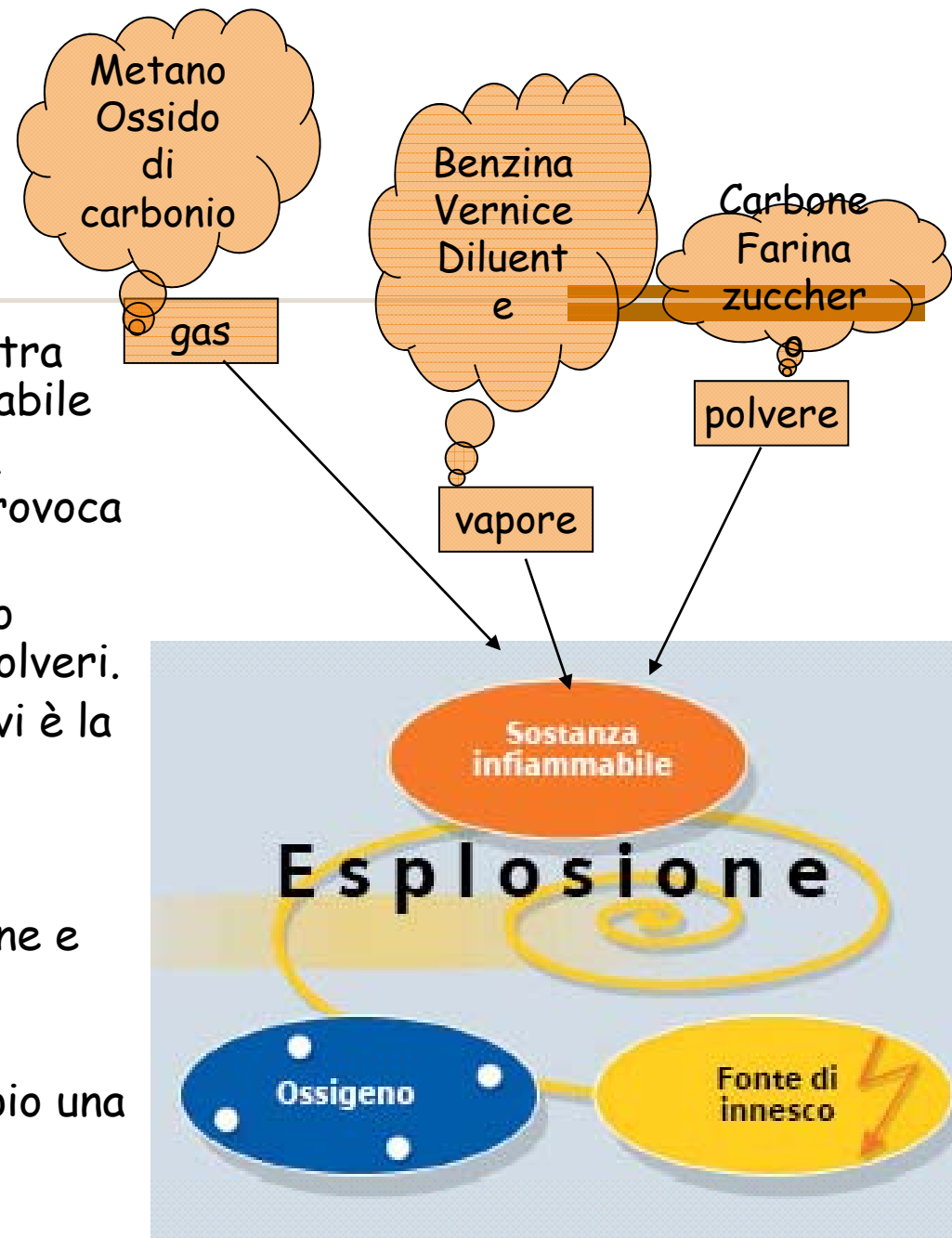
Esplosione

Una reazione chimica improvvisa tra una sostanza chimica infiammabile e ossigeno, con liberazione di una quantità elevata di energia, provoca un'esplosione.

Le sostanze infiammabili possono essere gas, nebbie, vapori o polveri.

Un'esplosione si verifica solo se vi è la presenza concomitante di tre elementi:

1. una sostanza infiammabile (con una determinata distribuzione e concentrazione)
2. l'ossigeno presente nell'aria
3. una fonte di innesco (ad esempio una scintilla elettrica)



protezione antideflagrante integrata



Il principio della protezione antideflagrante integrata presuppone che tutte le misure di protezione vengano attuate in una sequenza specifica

Protezione antideflagrante principale e secondaria

Vi sono due categorie di misure di protezione:
principali e secondarie.

Per protezione antideflagrante principale si intende l'insieme delle misure atte ad impedire la formazione di un'atmosfera potenzialmente esplosiva.

protezione antideflagrante principale

- non utilizzo di sostanze infiammabili
- provvedimenti atti a inertizzare le sostanze infiammabili (con azoto, anidride carbonica etc.)
- Limitazione della concentrazione delle sostanze
- Miglioramento della circolazione dell'aria

protezione secondaria

Le misure di protezione secondarie sono necessarie quando il pericolo di esplosione non può essere escluso dalle misure di protezione principali messe in atto o lo è solo parzialmente.

Punto di infiammabilità

Il punto di infiammabilità per i liquidi infiammabili indica la temperatura più bassa, alla quale - sopra il livello del liquido - si forma una miscela di vapore e aria che un innesco può infiammare.

Se il punto di infiammabilità di un tale liquido infiammabile è decisamente superiore alle temperature massime possibili, non si può formare un'atmosfera esplosiva.

Il punto di infiammabilità di una miscela composta da liquidi diversi può anche essere più basso del punto di infiammabilità dei singoli componenti.

Nelle specifiche tecniche i liquidi infiammabili sono classificati in quattro categorie di pericolosità:

Classe di pericolosità	Punto di infiammabilità
AI	<21 °C
AII	21 ... 55 °C
AIII	> 55 ... 100 °C
B	< 21°C, ... 15°C, solubile in acqua

Limite di esplosione

L'esplosione avviene a causa di sostanze infiammabili presenti con una concentrazione specifica.

A concentrazioni troppo basse (miscela povera) e a concentrazioni troppo alte (miscela grassa) non si verifica alcuna esplosione, ma una combustione lenta o nessuna combustione.

La miscela esplose all'innescio solo se i componenti hanno una concentrazione compresa tra il limite di esplosione superiore e quello inferiore.

I limiti di esplosione dipendono dalla pressione ambientale e dalla percentuale di ossigeno presente nell'atmosfera (vedere la tabella sottostante).



Limiti d'esplosione di sostanze infiammabili

Sostanza infiammabile	Limite di esplosione inferiore [Vol. %]	Limite di esplosione superiore [Vol. %]
Acetilene	2,3	78,0 (autodissoc.)
Etilene	2,3	32,4
Benzina	~ 0,6	~ 8
Benzolo	1,2	8
Gas naturale	4,0 (7,0)	13,0 (17,0)
Olio combustibile/ Diesel	~ 0,6	~ 6,5
Metano	4,4	16,5
Propano	1,7	10,9
Solfuro di carbonio	0,6	60,0
Gas di città	4,0 (6,0)	30,0 (40,0)
Idrogeno	4,0	77,0

Scoppio, esplosione, detonazione

A seconda della **velocità di combustione** si parla di scoppio, di esplosione o di detonazione.

Un'atmosfera potenzialmente esplosiva è un'ambiente che, in seguito ad innesco, può causare danni alle persone o alle cose.

Un'atmosfera potenzialmente esplosiva, anche in volumi limitati, può causare esplosioni pericolose in un ambiente chiuso.

Polveri

In alcuni settori industriali, ad es. nelle fabbriche chimiche o nei mulini per cereali, si hanno processi per ridurre sostanze solide in granuli di piccole dimensioni - ad es. in polvere.

Il concetto di polvere è stato definito nella norma DIN EN 50281-1-2 come "piccole particelle di sostanza solida nell'atmosfera, che si depositano a causa del loro peso, restando però sospese per qualche tempo nell'atmosfera come miscela di aria e polvere." I depositi di polvere sono paragonabili ad un corpo poroso e possiedono una parte di spazio vuoto che arriva fino al 90%. Se la temperatura dei depositi di polvere aumenta, può verificarsi l'autoaccensione della sostanza infiammabile allo stato di polvere.

Se le polveri depositate vengono sollevate in modo vorticoso, sussiste il pericolo d'esplosione. Questo cresce con l'aumento della frantumazione, poiché la superficie dello spazio vuoto diventa più estesa. Non è raro che esplosioni di polveri si verificano in conseguenza della turbolenza di strati di polveri in lenta combustione, che possono quindi autoinnescarsi.

Anche esplosioni di miscele di aria-gas o di aria-vapore possono causare il sollevamento vorticoso di polvere, per cui spesso l'esplosione di gas comporta l'esplosione di polvere.

Polveri

Il pericolo di un'esplosione si riduce con l'impiego di apparecchi antideflagranti secondo la loro idoneità di protezione. La designazione della categoria di apparecchi riflette l'efficacia della protezione antideflagrante e dà quindi un'indicazione sull'impiego in corrispondenti aree a rischio d'esplosione.

La pericolosità di atmosfere di polveri potenzialmente esplosive e la scelta delle corrispondenti misure protettive viene valutata in base a grandezze caratteristiche delle sostanze coinvolte.

Polveri

Le polveri sono classificate secondo due loro proprietà riferite alla sostanza che le compone:

- Conduttività

Sono definite come conduttive le polveri con una resistenza elettrica specifica fino a 10^3 Ohm per metro.

- Infiammabilità

Le polveri infiammabili si distinguono per il fatto che possono bruciare in aria e che formano insieme all'aria miscele esplosive alla pressione atmosferica e con temperature da -20° Celsius a $+60^{\circ}$ Celsius.

Grandezze caratteristiche ai fini della sicurezza con le polveri sollevate vorticosamente sono la *energia minima d'innescò* e la *temperatura d'innescò*, mentre per le polveri depositate è la *temperatura di lenta combustione*.

Energia minima d'innescò

Per innescare un'atmosfera potenzialmente esplosiva è necessaria la presenza di una certa quantità di energia.

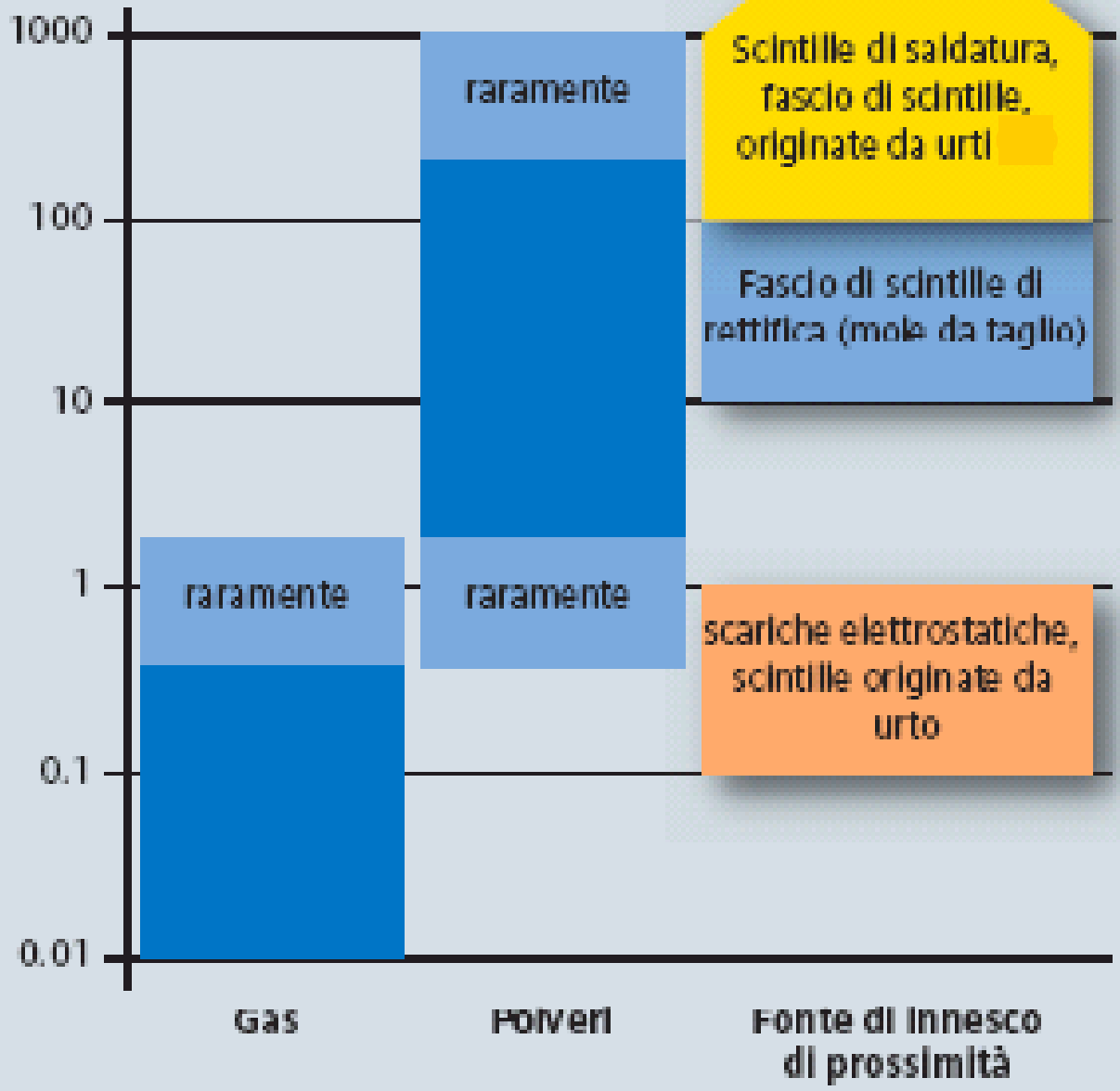
Viene definita energia minima di innescò la più bassa energia convertita, ad esempio in seguito alla scarica di un condensatore, sufficiente ad innescare la corrispondente miscela infiammabile.

Energia minima d'innescò

Quali fattori possono provocare un innesco?

- Superfici calde
- Compressione adiabatica
- Ultrasuoni
- Radiazioni ionizzate
- Fiamme aperte
- Reazione chimica
- Radiazioni ottiche
- Radiazioni elettromagnetiche
- Scariche elettrostatiche
- Scintille originate da sfregamento o urto
- Scintille elettriche e archi voltaici

Energia minima di innesco (mJ)



Classificazione degli apparecchi dotati di protezione antideflagrante

Dalla designazione degli apparecchi elettrici per le aree con protezione antideflagrante deve essere possibile riconoscere:

- il produttore, che ha immesso sul mercato l'apparecchio,
- una sigla che consente di identificare il campo d'impiego,
 - in galleria I,
 - altri settori II,
 - altri settori - G -, polveri - D - o miniere - M -,
- le categorie, che attestano se l'apparecchio è impiegabile per determinate zone,
- il modo/i modi di protezione antideflagrante che l'apparecchio garantisce,
- l'ente di prova che ha rilasciato il certificato di prova, la normativa cui risponde l'apparecchio - incl. il numero di registrazione del certificato presso l'ente di prova e, se necessario, le speciali condizioni che sono eventualmente da rispettare.
- devono inoltre essere presenti i dati che sono normalmente necessari per trovare un apparecchio uguale nella produzione industriale.

Esempio di una designazione secondo 94/9/EG

CE 0032  II 2D IP65 T80°C Significato

Campo di temperatura

Classe di protezione della custodia

Zona di protezione Ex

Ente di certificazione del sistema qualità secondo 94/9/EG

Marchio di conformità

Gruppi di apparecchiature/Categorie

Gli apparecchi vengono suddivisi in gruppi di apparecchi:

■ Gruppo I

- attività svolte nel sottosuolo
- apparecchi utilizzati nelle miniere
- e relativi impianti di superficie

■ Gruppo II

- apparecchi destinati all'impiego in aree di altro tipo

Gruppi

Attività

Categoria

Zona

Gli apparecchi contenuti in un determinato gruppo possono tuttavia appartenere a categorie diverse (Direttiva 94/9/CE).

La categoria indica la zona nella quale può essere collocato l'impianto

Gruppo I (Industria mineraria)

Categoria	M1: misure di sicurezza molto rigorose	M2: misure di sicurezza rigorose
Sicurezza sufficiente	2 misure di protezione/ in caso di 2 guasti	Spegnimento necessario in presenza di atmosfera potenzialmente esplosiva.

Gruppo II (altre aree a rischio di esplosione)

Cat.	1: misure di sicurezza molto rigorose	2: misure di sicurezza rigorose	3: misure di sicurezza normali			
Sicurezza sufficiente	2 misure di protezione/ in caso di 2 guasti	In caso di guasti freq. agli apparecchi/ in caso di un guasto	Funzionamento regolare			
Impiego in	Zona 0	Zona 20	Zona 1	Zona 21	Zona 2	Zona 22
Atmosfera	G (Gas)	D (Polvere)	G	D	G	D

Zone

Le aree a rischio d'esplosione sono suddivise in zone.

La **suddivisione in zone** è definita dalla **probabilità** in termini di luogo e di tempo che possa crearsi un'atmosfera potenzialmente pericolosa.

Per informazioni e indicazioni relative alla suddivisione in zone, fare riferimento alla norma EN/IEC 60079-10.

Gli apparecchi situati in atmosfere a costante pericolo di esplosione (zona 0/20) sono soggetti a requisiti più rigorosi, mentre quelli collocati in atmosfera a minor rischio di esplosione (zona 1/21, zona 2/22) sono soggetti a requisiti meno rigorosi.

In genere, il 95 % degli impianti si trova nella zona 1 e solo il 5 % nella zona 0.

Gas, vapori e nebbie infiammabili

Zona	Categoria Apparecchi	Descrizione
0	1G	L'atmosfera potenzialmente esplosiva si verifica costantemente e per lungo tempo.
1	2G 1G	Aree in cui si prevede che l'atmosfera potenzialmente esplosiva si formi occasionalmente.
2	3G 2G 1G	Aree in cui si prevede che l'atmosfera potenzialmente esplosiva si formi soltanto di rado e anche per periodi brevi.

Polveri infiammabili

Zona	Categoria Apparecchi	Descrizione
20	1D	Aree in cui si forma costantemente, per lungo tempo o frequentemente un'atmosfera potenzialmente esplosiva, composta da una miscela di polvere e aria.
21	2D 1D	Aree in cui si prevede che un'atmosfera potenzialmente esplosiva, costituita da miscele d'aria e polvere, si formi occasionalmente e per brevi periodi.
22	3D 2D 1D	Aree in cui si prevede che l'atmosfera potenzialmente esplosiva si formi a causa di un vortice di polvere. Tuttavia, se ciò avviene, avviene con ogni probabilità solo raramente e per un periodo di tempo limitato.





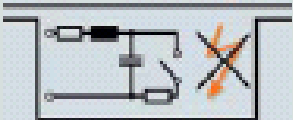


Modi di protezione antideflagrante

I modi di protezione antideflagrante sono misure costruttive ed elettriche applicate agli apparecchi al fine di attuare la protezione antideflagrante negli ambienti con atmosfera potenzialmente esplosiva.

Nelle aree a rischio d'esplosione sono misure secondarie di protezione antideflagrante. L'ambito di tali misure dipende dalla probabilità che si formi un'atmosfera potenzialmente esplosiva pericolosa.

Gli apparecchi elettrici per le aree a rischio d'esplosione devono essere conformi alle condizioni generali espresse nella norma EN 50014 e alle condizioni specifiche relative al tipo di protezione dal rischio di innesco applicata.

La norma EN 50014 definisce i modi di protezione antideflagrante di seguito elencati. Tutti i modi di protezione antideflagrante si basano su principi differenti.

Modi di protezione antideflagrante per gas						Impiego in Zona		
Modo di protezione antideflagrante	Kz	Rappresentazione schematica	Principio di base	Standard	Esempi	0	1	2
Requisiti generali			Disp. generali per la costruzione e il controllo degli apparecchi elettrici destinati all'impiego in atmosfera potenzialmente esplosiva	EN 50014				
Sicurezza aumentata e	e		Vale soltanto per gli apparecchi, o i relativi componenti, che generalmente non producono alcuna scintilla o arco voltaico, che non raggiungono temperature pericolose e la cui tensione di rete non supera 1 kV	EN 50 019 IEC 60 079-7 FM 3600 UL 2279	Morsetti, scatole di giunzione		•	•
Custodia a prova d'esplosione d	d		In caso di innesco all'interno della custodia, questa resiste alla pressione e l'esplosione non si propaga all'esterno	EN 50 018 IEC 60 079-1 FM 3600 UL 2279	Impianti di manovra, trasformatori		•	•
Custodia in sovrappressione p	p		La fonte di innesco viene avvolta in un gas protettivo pressurizzato (minimo 0,5 mbar), non penetrabile dall'atmosfera circostante	EN 50016 IEC 60 079-2 FM 3620 NFPA 496	Quadri di controllo, quadri di comando		•	•
Sicurezza intrinseca i	i		Limitando l'energia presente nel circuito di corrente si riduce la formazione di temperature elevate, scintille di innesco e archi voltaici non ammessi	EN 50 020 IEC 60 079-11 FM 3610 UL 2279	Attuatori, sensori, PROFIBUS DP RS 485-IS	•	•	•
Bagno in olio o	o		Gli apparecchi o i relativi componenti vengono racchiusi in un involucro di olio, che li isola dall'atmosfera esplosiva	EN 50 015 IEC 60 079-6 FM 3600 UL 2279	Trasformatori, apparecchi di manovra		•	•
Custodia riempita di sabbia q	q		La fonte di innesco viene racchiusa in una custodia di sabbia a grana fine. L'atmosfera esplosiva che circonda la custodia non può innescarsi a causa della formazione di un arco voltaico	EN 50 017 IEC 60 079-5 FM 3600 UL 2279	Riscaldatori a banda, condensatori		•	•

Modi di protezione antideflagrante per polveri						Impiego in Zona		
Modo di protezione antideflagrante	Designazione	Principio base	Standard	Esempi	20	21	22	
Custodia in sovrappressione	pD	Viene così impedita la penetrazione dell'atmosfera circostante nella custodia degli apparecchi elettrici; un gas di protezione antideflagrante (aria, gas inerte o altro gas adatto) è mantenuto internamente in sovrappressione rispetto all'atmosfera circostante	EN 50281 IEC 61241	Apparecchi con i quali si hanno in esercizio scintille, archi voltaici o parti assai calde	•	•	•	
Incapsulamento in resina	mD	Parti, che possono innescare un'atmosfera potenzialmente pericolosa con scintille o riscaldamento, sono annegate in una massa di materiale ermetizzante, che non può essere causa d'innescò. Ciò si ottiene incapsulando completamente i componenti in una massa ermetizzante a protezione da influenze fisiche (specialmente elettriche, termiche e meccaniche) nonché chimiche	EN 50281 IEC 61241	Grandi macchine, motori ad anelli risp. a collettore, quadri di distribuzione e di comando	•	•	•	
Protezione mediante custodia	tD	La custodia è realizzata in modo tale da non consentire la penetrazione all'interno di polvere infiammabile. La temperatura superficiale esterna della custodia è limitata.	EN 50281 IEC 61241	Impianti di misura e di sorveglianza	•	•	•	
Sicurezza Intrinseca	IaD, IbD	Limitazione di corrente e tensione tale da garantire la sicurezza intrinseca. Nessuna scintilla e nessun effetto termico possono innescare una miscela di polvere e aria.	EN 50281 IEC 61241	Sensori e attuatori	•	•	•	

Classificazione degli apparecchi dotati di protezione antideflagrante: gruppi di esplosione

Con i gruppi di esplosione si fa una prima distinzione tra il gruppo I e il gruppo II di apparecchi:
gli apparecchi elettrici del gruppo I vengono impiegati in impianti minerari con presenza di gas grisou.

Classificazione degli apparecchi dotati di protezione antideflagrante: gruppi di esplosione

Per gli apparecchi elettrici del gruppo II è fatta un'ulteriore suddivisione in gruppi di esplosione. Questa suddivisione dipende dalla capacità d'innescò attraverso un interstizio di determinata larghezza e lunghezza (secondo EN 60079-14).

Equipaggiamenti elettrici approvati per la classe di esplosione IIC possono essere impiegati anche nelle classi di esplosione IIA e IIB

Classificazione degli apparecchi dotati di protezione antideflagrante: gruppi di esplosione

Definizione del gruppo di esplosione

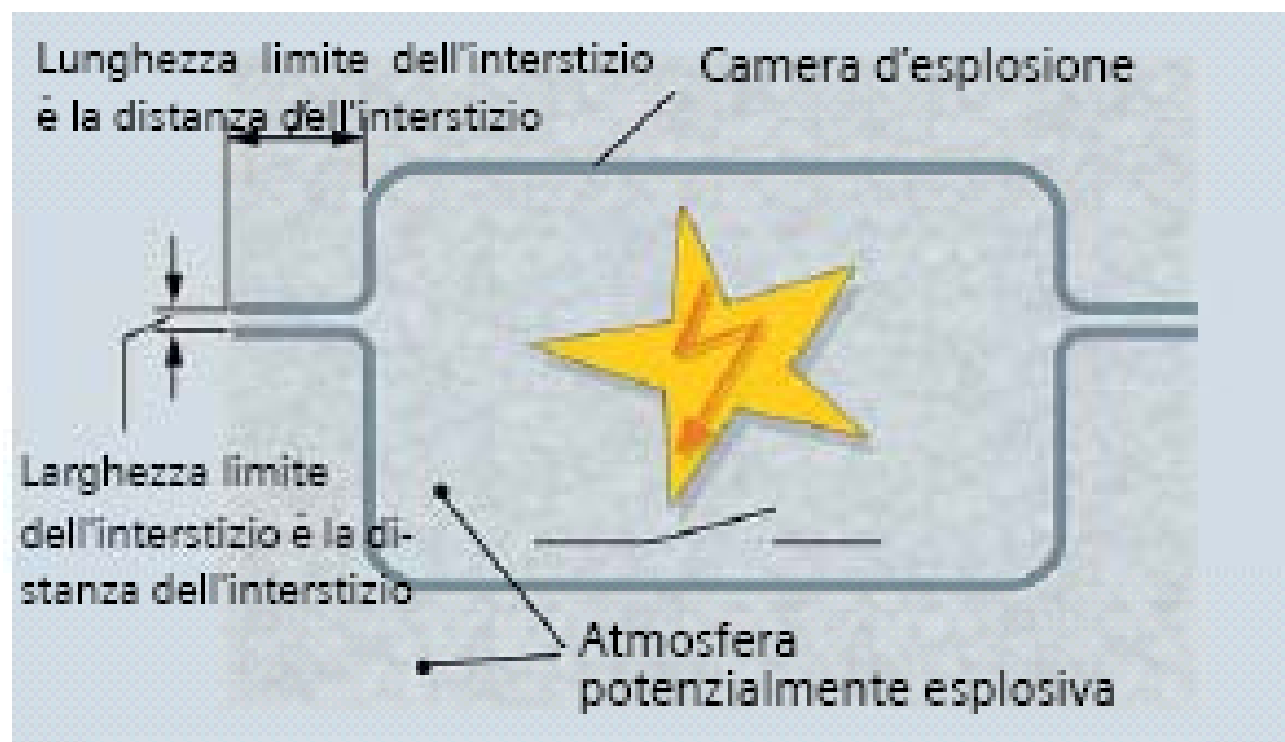
All'interno e all'esterno di una camera d'esplosione resistente alla pressione si trova un gas. Il gas che si trova all'interno della camera d'esplosione viene innescato.

Risultato: quando un innesco all'interno della camera per l'esplosione non si propaga più all'esterno attraverso la fessura di larghezza specifica, viene determinato il gruppo di esplosione

Gruppo di esplosione	Uso
Gruppo I	Apparecchi elettrici per miniere ==> Protezione antideflagrante EEx...I
Gruppo II	Apparecchi elettrici per tutte le altre aree a rischio d'esplosione. ==> Protezione antideflagrante EEx...II

Gruppo di esplosione			
	Larghezza fessura per involucri resist. alla compress.	Pericolosità	Requisiti per gli apparecchi elettrici
IIA	> 0,9 mm	bassa	bassa
IIB	0,5 mm bis 0,9 mm		
IIC	< 0,5 mm	alta	alta

1) La larghezza limite dell'interstizio è la distanza dell'interstizio tra le due superfici parallele lunghe 25 mm che formano la flangia di una camera d'esplosione



Classi di temperatura

La temperatura di innesco di un gas o di un liquido infiammabile è la temperatura più bassa alla quale una superficie innesca la miscela gas-aria o vapore-aria.

Ciò significa che la temperatura massima della superficie di un apparecchio deve essere sempre inferiore alla temperatura di innesco dell'atmosfera circostante.

Classi di temperatura

Per gli apparecchi elettrici del gruppo di esplosione II sono indicate le classi di temperatura da T1 a T6. Gli apparecchi vengono assegnati alla rispettiva classe in base alla temperatura massima della superficie.

Gli apparecchi che appartengono a una classe di temperatura più elevata possono anche essere impiegati con una classe di temperatura più bassa.

I gas e i vapori infiammabili sono assegnati alla classe di temperatura appropriata in funzione della loro temperatura di innesco.

Classe di temperatura	Temper. max. della superficie dell'apparecchio elettrico	Temperature di innesco delle sostanze infiammabili
T1	450 °C	> 450 °C
T2	300 °C	> 300 °C
T3	200 °C	> 200 °C
T4	135 °C	> 135 °C
T5	100 °C	> 100 °C
T6	85 °C	> 85 °C

Classificazione dei gas e dei vapori in gruppi di esplosione e classi di temperatura

Gruppo di esplosione	Classi di temperatura					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
I	Metano					
II A	Acetone Etano Etilacetato Ammoniaca Benzolo (puro) Acido acetico Monossido di carbonio Anidride carbonica Metano Metanolo Propano Toluolo	Alcol etilico i-amilacetato n-butano n-alcol butilico	Benzina Combustibile diesel Carburante per aerei Olio combustibile n-esano	Acetaldeide Etiletere		
II B	Gas di città (gas illuminante)	Etilene				
II C	Idrogeno	Acetilene				Solfuro di carbonio

Classificazione dei gas e dei vapori in gruppi di esplosione e classi di temperatura



Sicurezza intrinseca

La sicurezza intrinseca di un circuito elettrico si ottiene tramite la limitazione di corrente e tensione. Questa caratteristica limita il tipo di protezione dal rischio di innesco "Sicurezza intrinseca" a circuiti di corrente con potenze relativamente basse. Questo tipo di protezione trova applicazione, ad esempio, nei settori della tecnica di misura, di controllo e di regolazione.

Sicurezza intrinseca

Il principio sul quale si base il tipo di protezione "Sicurezza intrinseca" è il fatto che per innescare un'atmosfera potenzialmente esplosiva è necessaria un'energia minima di innesco specifica. In un circuito di corrente a sicurezza intrinseca non vengono prodotti, né durante il funzionamento normale né in caso di guasto, scintille o riscaldamenti termici in grado di innescare un'atmosfera potenzialmente pericolosa.

Categorie di apparecchi elettrici a sicurezza intrinseca

Gli apparecchi elettrici a sicurezza intrinseca e i componenti a sicurezza intrinseca di apparecchi associati sono suddivisi in categorie (livelli di sicurezza). Il livello di sicurezza dipende dai requisiti di sicurezza imposti in fase di progettazione dell'apparecchio.

Categorie di apparecchi elettrici a sicurezza intrinseca: circuiti separatori e trasformatori di separazione

I circuiti separatori e i trasformatori di separazione tra i circuiti di corrente a sicurezza intrinseca e quelli non a sicurezza intrinseca forniscono la limitazione di tensione e di corrente necessarie per l'impiego nell'area a rischio d'esplosione.

I circuiti separatori e i trasformatori di separazione possono essere impiegati come apparecchi indipendenti, oppure essere integrati nelle unità.

Sicurezza intrinseca

Livello di sicurezza	Descrizione	Installazione degli apparecchi
ia	<p>Gli apparecchi elettrici a sicurezza intrinseca non devono provocare alcun innesco</p> <ul style="list-style-type: none">• durante il funzionamento normale• se si verifica un singolo guasto• se si verifica una combinazione di guasti	Fino alla Zona 0
ib	<p>Gli apparecchi elettrici a sicurezza intrinseca non devono provocare alcun innesco</p> <ul style="list-style-type: none">• durante il funzionamento normale• se si verifica un singolo guasto	Zona 2, Zona 1

Principali misure di sicurezza

- è assolutamente vietato lavorare su impianti o apparecchi elettrici sotto tensione in aree a rischio di esplosione.
Costituiscono un'eccezione le operazioni su circuiti elettrici a sicurezza intrinseca.
- In un'area a rischio di esplosione è permesso eseguire messe a terra o cortocircuiti solo se non sussiste alcun pericolo di esplosione.
- Durante qualsiasi operazione in aree a rischio di esplosione si deve accertare che non si formino scintille potenzialmente esplosive né superfici troppo calde, che potrebbero produrre un'esplosione a contatto con l'atmosfera potenzialmente esplosiva.

Sostanza	Temperatura di innesco °C	Classe di temperatura	Gruppo di esplosione
1,2-dicloroetano	440	T2	II A
Acetaldeide	140	T4	II A
Acetone	540	T1	II A
Acetilene	305	T2	II C ³⁾
Ammoniaca	630	T1	II A
Benzine, carb. per motori a scoppio. Punto iniz. di ebolliz. < 135 °C	220 ... 300	T3	II A
Benzolo (puro)	555	T1	II A
Cicloesanone	430	T2	II A
Carburanti per motori diesel (DIN 51601)	220 ... 300	T3	II A
Carburanti per motori a reazione	220 ... 300	T3	II A
Acido acetico	485	T1	II A
Anidride di acido acetico	330	T2	II A
Etano	515	T1	II A
Etilacetato	460	T1	II A
Alcol etilico	425	T2	II A / II B
Cloruro etilico	510	T1	II A
Etilene	425	T2	II B
Ossido di etilene	440 (autodecomposizione)	T2	II B
Etiletere	170	T4	II B
Glicolo etilico	235	T3	II B
Olio combustibile EL (DIN 51603)	220 ... 300	T3	II A
Olio combustibile L (DIN 51603)	220 ... 300	T3	II A
Oli combust. M e S (DIN 51603)	220 ... 300	T3	II A
i-amilacetato	380	T2	II A
Ossido di carbonio	605	T1	II A / II B
Metano	595 (650)	T1	II A
Metanolo	455	T1	II A
Cloruro metilico	625	T1	II A
Naftalina	540	T1	II A
n-butano	365	T2	II A
n-alcol butilico	340	T2	II A

Alcol etilico	425	T2	II A / II B
Cloruro etilico	510	T1	II A
Etilene	425	T2	II B
Ossido di etilene	440 (autodecomposizione)	T2	II B
Etiletere	170	T4	II B
Glicolo etilico	235	T3	II B
Olio combustibile EL (DIN 51603)	220 ... 300	T3	II A
Olio combustibile L (DIN 51603)	220 ... 300	T3	II A
Oli combust. M e S (DIN 51603)	220 ... 300	T3	II A
i-amilacetato	380	T2	II A
Ossido di carbonio	605	T1	II A / II B
Metano	595 (650)	T1	II A
Metanolo	455	T1	II A
Cloruro metilico	625	T1	II A
Naftalina	540	T1	II A
n-butano	365	T2	II A
n-alcol butilico	340	T2	II A
n-esano	240	T3	II A
n-alcol propilico	405	T2	- *)
Acido oleico	360 (autodecomposizione)	T2	- *)
Fenolo	595	T1	II A
Propano	470	T1	II A
Solfuro di carbonio	95	T6	II C ¹⁾
Idrogeno solforato	270	T3	II B
Benzine speciali Punto iniz. di ebollizione < 135 °C	200 ... 300	T3	II A
Gas di città (gas illuminante)	560	T1	II B
Tetralina (tetraidronaftalina)	425	T2	- *)
Toluolo	535	T1	II A
Idrogeno	560	T1	II C ²⁾

Estratto dal testo in forma tabellare „Parametri tecnici di sicurezza dei gas e dei vapori infiammabili” di K. Nabert e G. Schön - (6ª edizione)

*) Per questa sostanza non è ancora stato comunicato il gruppo di esplosione.

1) Anche gruppo di esplosione II B + CS₂

2) Anche gruppo di esplosione II B + H₂

3) Anche gruppo di esplosione II B + C₂ H₂



Temperature d'innescò e di lenta combustione delle polveri di prodotti naturali		
Sostanze solide	Temperatura d'innescò in °C	Temperatura di lenta combustione
Cotone	560	350
Segatura	400	300
Foraggio concentrato	520	295
Cereali	420	290
Soia	500	245
Tabacco	450	300
Amido	440	290

Temperature d'innescò e di lenta combustione delle polveri di prodotti tecnico-chimici		
Sostanze solide	Temperatura d'innescò in °C	Temperatura di lenta combustione
Poliestere	560	–
Gomma	570	–
Detersivi di lavaggio	330	–
Polietilene	360	–
Acetato di polivinile	500	340
Alluminio	530	280
Magnesio	610	410
Zolfo	280	280

normativa

Abbreviazione	Testo completo	Numero direttiva	Validità dal	Termine del periodo di transizione
Direttiva sulla bassa tensione	Direttiva del Consiglio del 19 febbraio 1973 concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro determinati limiti di tensione	73/23/CEE	19.08.74	01.01.97
* Modifica		93/68/CEE	01.01.95	01.01.97
Direttiva EMC	Direttiva del Consiglio del 3 maggio 1989 per il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri sulla compatibilità elettromagnetica	89/336/CEE	01.01.92	31.12.95
* Modifica		92/31/CEE	28.10.92	–
* Modifica		93/68/CEE	01.01.95	01.01.97
Direttiva sulle macchine	Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 giugno 1998 concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine	98/37/CE (basata su 89/392/CEE)	01.01.93	31.12.94
Direttiva EX (ATEX 100a)	Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 marzo 1994 per il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative agli apparecchi e ai sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera esplosiva	94/9/CE	01.03.96	30.06.03
Direttiva apparecchi e impianti a pressione	Direttiva 97/23/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 maggio 1997 concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative agli apparecchi e agli impianti a pressione	97/23/CE	29.11.99	29.05.02
ATEX 137 (ex: ATEX 118a)	Requisiti minimi di protezione della salute e della sicurezza del lavoratore che opera in ambienti in cui possono crearsi atmosfere potenzialmente esplosive	1999/92/CE	16.12.99	30.06.03

DECRETO LEGISLATIVO 12 giugno 2003,
n.233

Attuazione della direttiva 1999/92/CE relativa
alle prescrizioni minime per il miglioramento
della tutela della sicurezza e della salute dei
lavoratori esposti al rischio di atmosfere
esplosive.

Ha integrato il D. lgs.
626/94 introducendo la
valutazione del rischio
esplosione

D. LGs. 81/08 TITOLO XI - PROTEZIONE DA ATMOSFERE ESPLOSIVE

ALLEGATO XLIX

**ATMOSFERE ESPLOSIVE - RIPARTIZIONE DELLE AREE IN CUI
POSSONO**

FORMARSI ATMOSFERE ESPLOSIVE

ALLEGATO L

ATMOSFERE ESPLOSIVE

- A. PRESCRIZIONI MINIME PER IL MIGLIORAMENTO DELLA
PROTEZIONE DELLA SICUREZZA E DELLA SALUTE DEI
LAVORATORI CHE POSSONO ESSERE ESPOSTI AL RISCHIO DI
ATMOSFERE ESPLOSIVE.**
- B. CRITERI PER LA SCELTA DEGLI APPARECCHI E DEI SISTEMI DI
PROTEZIONE.**

ALLEGATO LI

**ATMOSFERE ESPLOSIVE - SEGNALE DI AVVERTIMENTO PER INDICARE
LE AREE IN CUI POSSONO FORMARSI ATMOSFERE ESPLOSIVE**

IL PERICOLO DI INNESCO DELL'ESPLOSIONE PER CAUSE ELETTRICHE

Tutte le parti di un impianto elettrico che durante il funzionamento ordinario o in occasione di guasti possono raggiungere o superare la temperatura di accensione dei materiali infiammabili che originano l'atmosfera esplosiva costituiscono un potenziale pericolo. Durante il funzionamento ordinario possono essere pericolosi:

- le resistenze;
- le lampade ad incandescenza;
- i motori a collettore;
- tutti gli apparecchi di interruzione.

Durante il funzionamento in caso di guasto o per difetti sono pericolosi:

- le morsettiere;
- le condutture;
- le macchine elettriche in genere;
- le batterie di accumulatori.

Gli apparecchi elettrici, sotto l'aspetto della possibilità di innesco dell'esplosione, si dividono in due grandi categorie: apparecchi scintillanti e apparecchi non scintillanti.

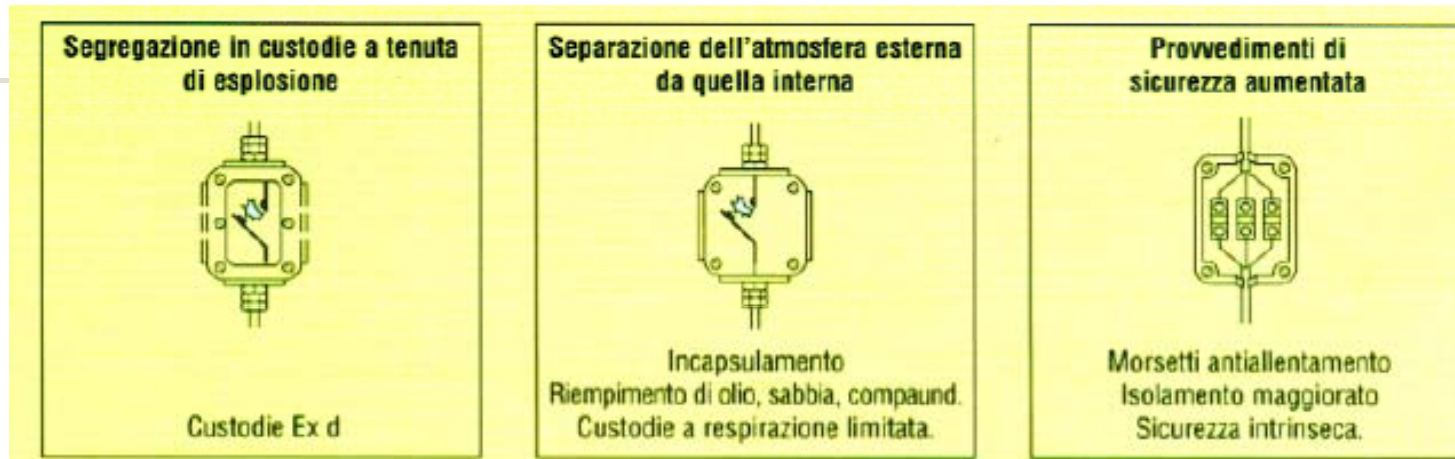
Scintillante



Non scintillante



TRE MODALITÀ FONDAMENTALI DI PROTEZIONE CONTRO IL PERICOLO DI ESPLOSIONE



- segregare le parti pericolose entro custodie in modo da circoscrivere l'esplosione entro la custodia stessa;
- evitare il contatto tra i punti caldi e l'atmosfera potenzialmente esplosiva mediante interposizione di corpi solidi, liquidi o gassosi (olio, sabbia, incapsulamento ermetico, gas inerte in sovrappressione, oppure limitando la "respirazione" cioè lo scambio di aria tra l'esterno e l'interno di una custodia);
- prendere provvedimenti che limitino il generarsi di punti caldi pericolosi sia eliminando la possibilità di guasti che limitando l'energia a entità insufficiente a provocare l'accensione.

I MODI DI PROTEZIONE CLASSICI

- modo di protezione con custodie a prova di esplosione "d":

questo metodo consiste nel racchiudere in robuste custodie le parti pericolose in modo che l'innesco di una eventuale esplosione sia in grado di coinvolgere solo il modesto quantitativo di gas contenuto nella custodia stessa senza propagarsi all'ambiente esterno; è un modo costoso come materiale e gravoso come installazione ma offre il vantaggio di non richiedere apparecchi particolari in quanto la protezione è realizzata unicamente dalle custodie, dai tubi protettivi, dagli elementi di passaggio e di bloccaggio.

- modo di protezione a sovrappressione interna "p": consiste essenzialmente nel racchiudere in custodie riempite di gas inerte in sovrappressione le parti pericolose in modo che non vi possa penetrare l'atmosfera pericolosa; questo metodo è applicato ad assiemi protetti da armadi (per esempio quadri) o anche ad interi ambienti; sarebbe molto dispendiosa l'applicazione a singoli apparecchi di piccole dimensioni.

I MODI DI PROTEZIONE CLASSICI

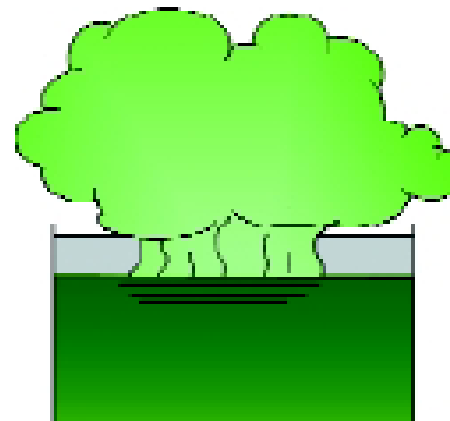
- **modo di protezione a sicurezza aumentata "e"**: consiste nell'adozione di provvedimenti tendenti ad evitare la formazione di punti caldi; questo modo è applicabile solo ad apparecchi non scintillanti.
- **modo di protezione per immersione in olio "o"**: consiste essenzialmente nel proteggere le parti pericolose mediante sommersione in olio con caratteristiche dielettriche; richiede apparecchi di particolare costruzione ed è quasi completamente obsoleto anche perché la manutenzione è onerosa.
- **modo di protezione sotto sabbia "q"**: consiste essenzialmente nel riempire di sabbia scatole e cassette contenenti componenti statici in modo da isolare i punti caldi dall'atmosfera; si impiega solitamente per proteggere le condutture nei pozzetti e nei cunicoli.
- **modo di protezione per incapsulamento "m"**: consiste essenzialmente nel racchiudere in capsule ermetiche piccoli componenti pericolosi in modo che non vi possa penetrare l'atmosfera esplosiva.
- **modo di protezione a sicurezza intrinseca "i"**: consiste nell'utilizzare componenti elettrici caratterizzati dalla impossibilità di produrre archi e scintille aventi energia sufficiente ad innescare l'atmosfera pericolosa; è applicabile a sensori in genere elettronici per misure e controlli di processo con correnti di cortocircuito inferiori alle correnti minime di accensione del gas combustibile.

SORGENTI DI EMISSIONE (CENTRI DI PERICOLO)

Grado continuo (detto anche grado 0)

E' una sorgente che emette con continuità o per lunghi periodi sostanze pericolose nell'ambiente; l'esempio tipico può essere rappresentato

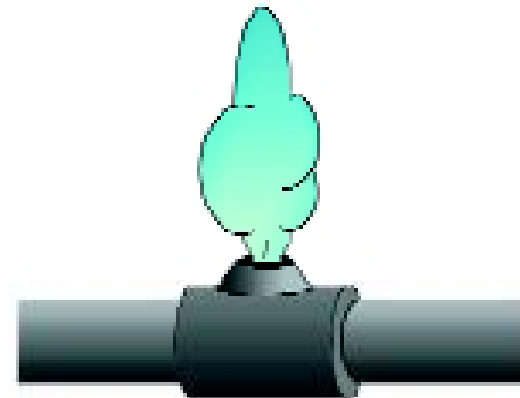
da una vasca a cielo aperto, da uno sfiato di un serbatoio senza valvola di chiusura, da una combinata per falegnameria senza aspiratore incorporato.



SORGENTI DI EMISSIONE (CENTRI DI PERICOLO)

Primo grado

E' una sorgente che emette nell'ambiente quantità significative di sostanze pericolose periodicamente od occasionalmente ma durante il funzionamento "ordinario".
Costituisce un esempio tipico una valvola di scarico, una bocca di caricamento che funziona per qualche minuto al giorno oppure, una tramoggia di carico di granaglie che funziona qualche volta al giorno.

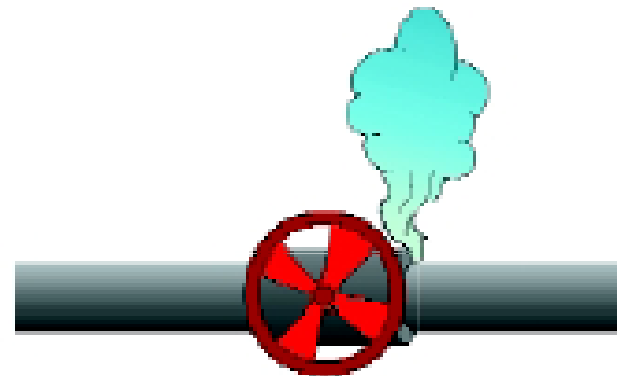


SORGENTI DI EMISSIONE (CENTRI DI PERICOLO)

Secondo grado

E' una sorgente che non emette ordinariamente nell'ambiente quantità

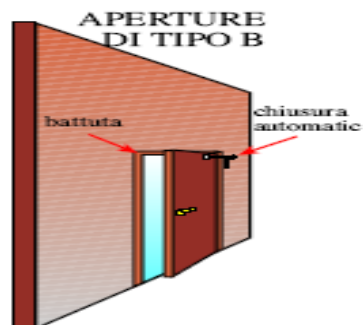
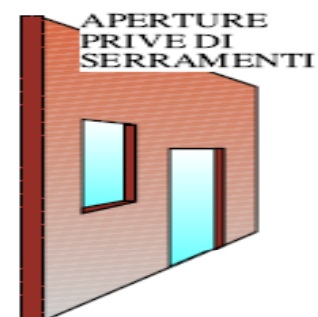
significative di sostanze pericolose ma potrebbe emetterle in caso di guasto; per esempio una flangia la cui guarnizione di tenuta è soggetta ad usura, un rubinetto di arresto del gas, un deposito di farine in sacchi che possono rompersi durante la movimentazione.



CLASSIFICAZIONE DELLE APERTURE

tipo A

Apertura priva di serramenti o con qualsiasi tipo di serramento ma aperta frequentemente o per lunghi periodi; vengono considerate di questo tipo anche le aperture per il passaggio di tubazioni, canalizzazioni, condutture elettriche e similari o per ventilazione.

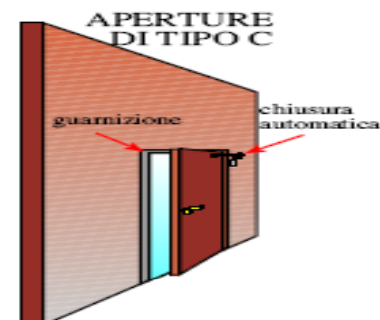


tipo B

Aperture con serramenti che hanno una buona tenuta su tutto il perimetro, per esempio con copribattuta o interstizio fra telaio e battente non superiore a 1 mm, a condizione che vengano aperte poco frequentemente e non possano rimanere aperte per dimenticanza perché munite di dispositivo di autorichiusura.

tipo C

Apertura con caratteristiche analoghe a quelle di tipo B, ma doppie oppure aperture con serramento semplice, avente le caratteristiche di quello di tipo B ma provvisto anche di guarnizione di tenuta su tutto il perimetro.

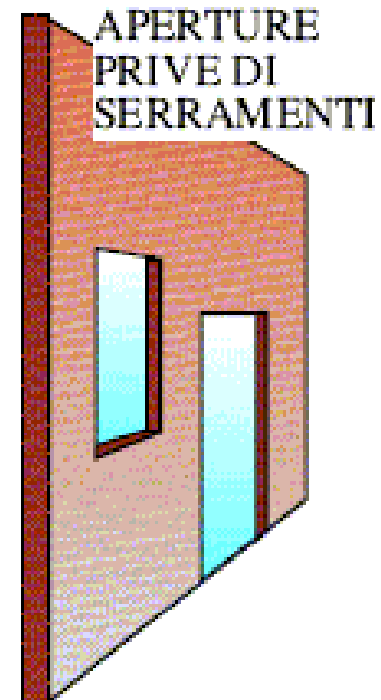


tipo D

Aperture come quelle di tipo C apribili solo con mezzi speciali o in casi di emergenza; questo tipo di apertura può essere ottenuto anche dalla combinazione di una di tipo C adiacente alla zona dalla quale proviene il pericolo in serie ad una seconda apertura di tipo B.

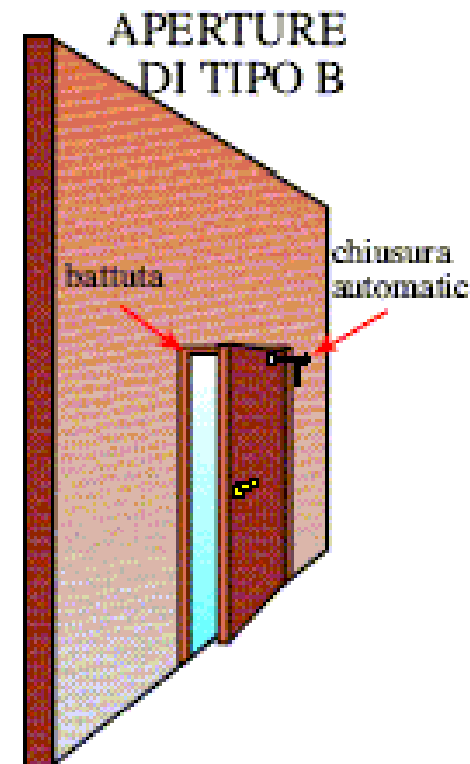
nessuna riduzione

Una apertura di tipo A non comporta nessuna riduzione di livello della zona, cioè è come se lo spazio fosse completamente aperto fra la sorgente di emissione ed il locale attiguo.



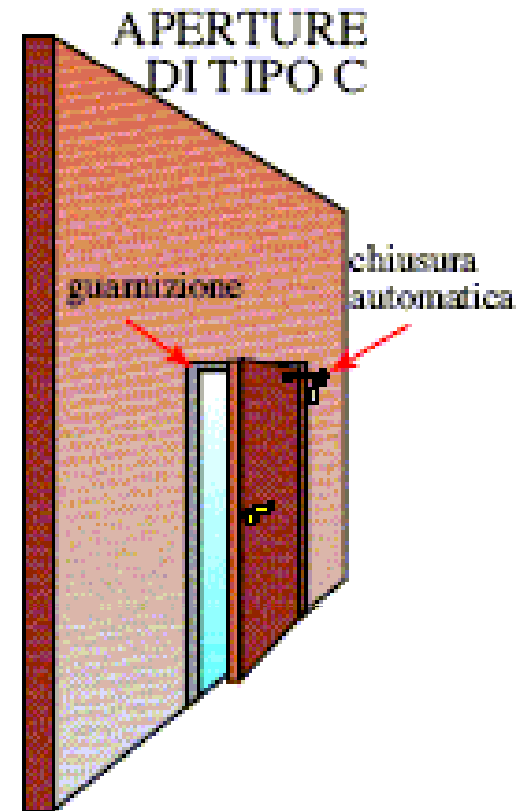
degrado di un gradino

Una apertura di tipo B comporta ordinariamente il degrado di un gradino nel senso che se la zona limitrofa era 0, oltre l'apertura diventa 1, se era 1 diventa 2, se era 2 diventa zona non pericolosa.



degrado di 2 gradini

Una apertura di tipo C comporta ordinariamente il degrado di 2 gradini nel senso che se la zona limitrofa era 0 diventa 2, se era 1 diventa zona non pericolosa.



degrado di 3 gradini

Una apertura di tipo D comporta ordinariamente il degrado di 3 gradini cioè totale nel senso che la segregazione è perfetta e oltre l'apertura si ha sempre una zona non pericolosa.



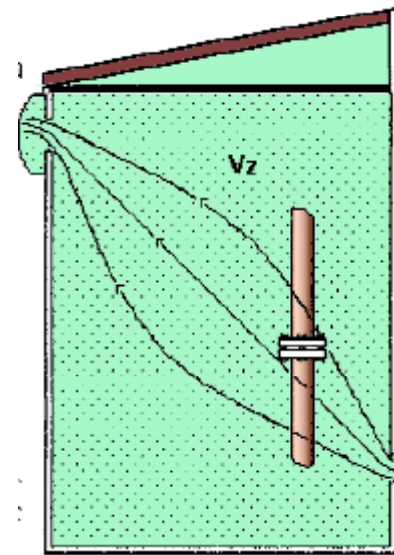
LA CLASSIFICAZIONE DELLA VENTILAZIONE

Luoghi con presenza di gas o di vapori
In presenza di gas che si dissolvono nell'aria
la ventilazione va rigorosamente
classificata in quanto è determinante ai fini
della determinazione delle zone.
La Norma considera tre gradi di efficacia
della ventilazione

LA CLASSIFICAZIONE DELLA VENTILAZIONE

- Grado basso (VL)

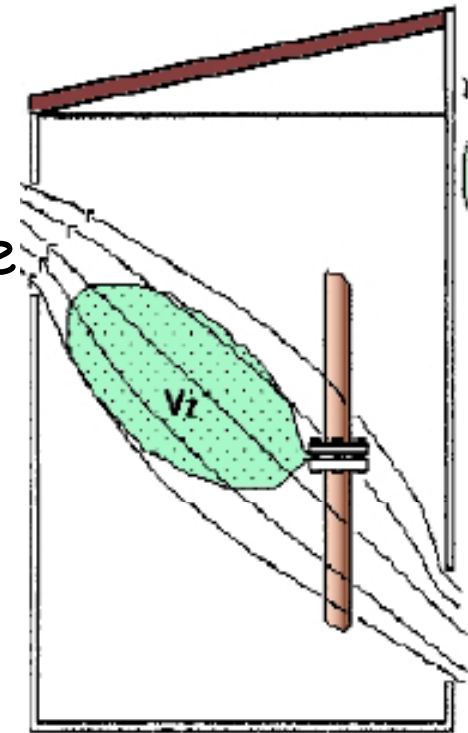
Si ha una ventilazione di grado basso quando la portata d'aria fresca è insufficiente a diluire la sostanza infiammabile sotto il limite inferiore di esplosività; in questo caso l'atmosfera occupa praticamente tutto l'ambiente chiuso tendendo a estendere la zona pericolosa anche all'esterno attraverso le aperture; al cessare della emissione la diluizione è limitata o nulla e il pericolo di esplosione persiste per un periodo lungo (anche diverse ore).



LA CLASSIFICAZIONE DELLA VENTILAZIONE

- Grado medio (VM)

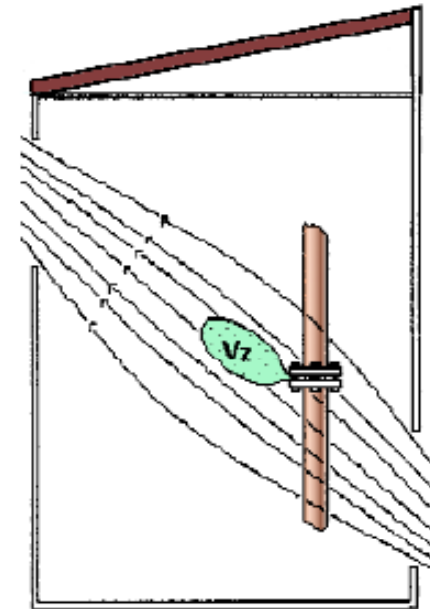
Si ha una ventilazione di grado medio quando la portata d'aria fresca è in grado di diluire la sostanza infiammabile in modo che la concentrazione scenda sotto il valore del LEL ad una limitata distanza dalla sorgente di emissione; in questo caso una parte considerevole dell'ambiente non è pericoloso e si possono considerare solo modesti volumi circostanti la sorgente di emissione (pochi m³); inoltre il ricambio d'aria è tale che al cessare della emissione l'ambiente si bonifica in tempi brevi (in genere dell'ordine delle decine di minuti).



LA CLASSIFICAZIONE DELLA VENTILAZIONE

- Grado alto (VH)

Si ha una ventilazione alta quando la portata d'aria fresca è talmente elevata che in tutto l'ambiente la concentrazione è mantenuta decisamente sotto il livello del LEL e l'atmosfera esplosiva è concentrata attorno alla sorgente di emissione per distanze dell'ordine della decina di centimetri. Anche in caso di innesco il volume di atmosfera che partecipa alla esplosione è talmente piccolo che si ha solo una vampata non dannosa. Al cessare della emissione anche queste piccole zone si bonificano entro pochi secondi.



DISPONIBILITÀ DELLA VENTILAZIONE

La disponibilità è valutata con tre aggettivi:

- **BUONA**

quando la ventilazione è presente con continuità e con la portata pressoché costante; ciò si verifica sempre nei luoghi aperti o in quelli chiusi con ampie aperture prive di serramenti;

- **ADEGUATA**

quando la ventilazione è presente con portata pressoché costante durante il funzionamento dell'impianto; sono ammesse brevi interruzioni (per esempio può mancare sporadicamente per guasto ai ventilatori);

- **SCARSA**

quando pur mancando i requisiti di buona o di adeguata, si può contare su un significativo contributo anche se non continuo, alla diluizione del gas (per esempio in un luogo chiuso dove non esistono specifiche aperture di ventilazione o aspiratori ma una certa ventilazione è assicurata per la circolazione naturale dell'aria tra l'ambiente e l'esterno).

Determinazione delle zone in funzione della ventilazione e del grado delle sorgenti di emissione

Ventilazione		Grado della sorgente di emissione		
Grado	Disponibilità	Continuo	Primo	Secondo
Alta	Buona	Zona non pericolosa	Zona non pericolosa	Zona non pericolosa
	Adeguate	Zona 2	Zona 2	Zona non pericolosa
	Scarsa	Zona 1	Zona 2	Zona 2
Media	Buona	Zona 0	Zona 1	Zona 2
	Adeguate	Zona 0 + Zona 2	Zona 1 + Zona 2	Zona 2
	Scarsa	Zona 0 + Zona 1	Zona 1 + Zona 2	Zona 2
Bassa	Buona	Zona 0	Zona 1	Zona 1
	Adeguate	Zona 0	Zona 1	Zona 1
	Scarsa	Zona 0	Zona 0	Zona 0

LA CLASSIFICAZIONE DELLE ZONE NEI LUOGHI CON PRESENZA DI POLVERE

La norma CEI EN 50281-1-2 classifica nel modo seguente le zone pericolose senza tener conto della ventilazione e del grado della sorgente di emissione:

- Zona 20

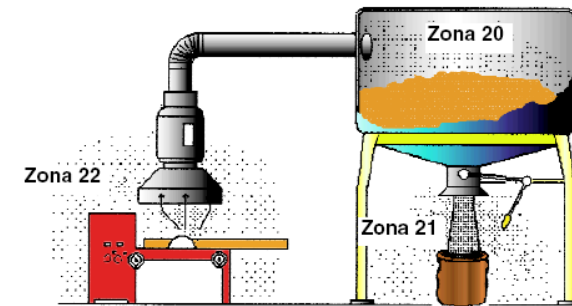
Luogo in cui un'atmosfera esplosiva sotto forma di nube di polvere combustibile nell'aria è presente permanentemente o per lunghi periodi; esempio, contenitori, tubi, tramogge ecc.

- Zona 21

Luogo in cui un'atmosfera esplosiva sotto forma di nube di polvere combustibile nell'aria ha probabilità di essere presente in maniera occasionale durante il funzionamento normale: esempio, luoghi nelle immediate vicinanze di punti di riempimento e svuotamento e luoghi nei quali si accumulano strati di polvere che durante il funzionamento normale possono originare una concentrazione esplosiva di polvere combustibile e aria.

- Zona 22

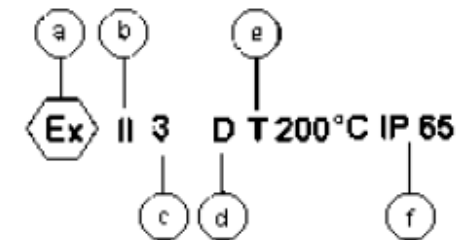
Luogo in cui durante il funzionamento normale non è presente un'atmosfera esplosiva sotto forma di nube di polvere combustibile nell'aria, oppure, se ciò si verifica, persiste solamente per un breve periodo di tempo: esempio, luoghi in prossimità di componenti contenenti polveri dai quali in caso di perdite la polvere può uscire e formare depositi.



ATEX

Categoria	Livello di protezione	Prestazioni	Documenti di conformità	Adatta a zone
1	Molto elevato	Doppia barriera	Marcatura CE, attestato di conformità, certificato CESI	0-1-2 e 20- 21-22
2	Elevato	Barriera semplice ma sicura	Marcatura CE, attestato di conformità, certificato CESI	1-2 e 21-22
3	Normale	Barriera semplice	Marcatura CE, attestato di conformità.	2 e 22

Costruzione per luoghi con presenza di polveri

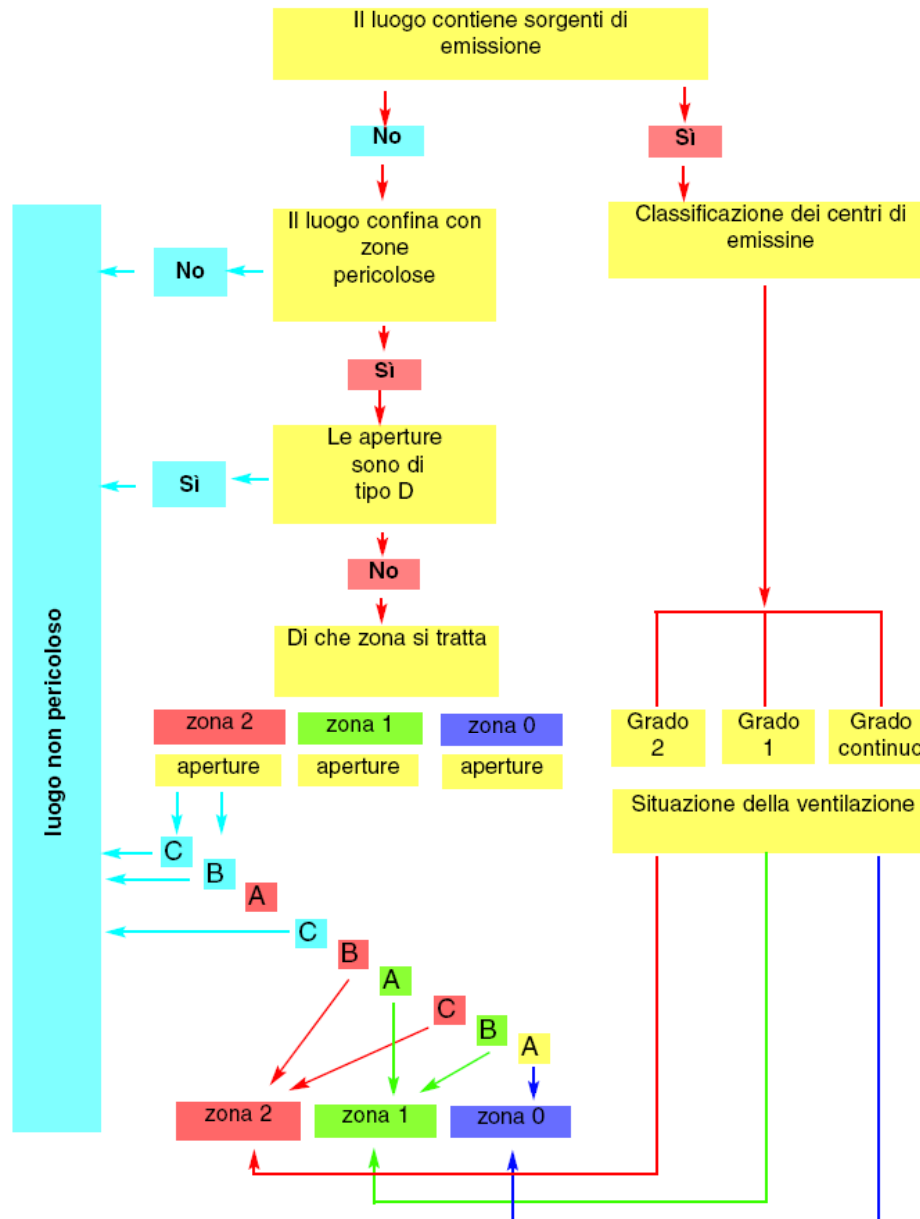


- a) Simbolo di costruzione protetta da custodia
- b) Gruppo della costruzione (I idoneo per grisou; II non idoneo per grisou)
- c) Categoria (1 per zona 20, 2 per zona 21, 3 per zona 22)
- d) Protezione contro l'accensione della polvere
- e) Temperatura superficiale massima
- f) Grado IP di protezione della custodia (IP6X per categoria 1 e 2, IP5X per categoria 3)

Luogo pericoloso	Zona	Presenza miscela esplosiva	Tipo di costruzione ammessa	Modi di protezione ammessi											
				ia	d	e	ib	m	o	q	p	n	IP6X(*)	IP5X(*)	
Presenza di gas vapori o nebbie	0	Continua o per lunghi periodi	II 1G	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1	Saltuaria	II 2G	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	
	2	Solo per guasti o brevissimi periodi	III 3G	x	x	x	x	x	x	x<	x	x	-	-	
Presenza di polveri	20	Continua o per lunghi periodi	II 1D	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	-	
	21	Saltuaria	II 2D	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	
	22	Solo per guasti o brevissimi periodi	II 3G	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	

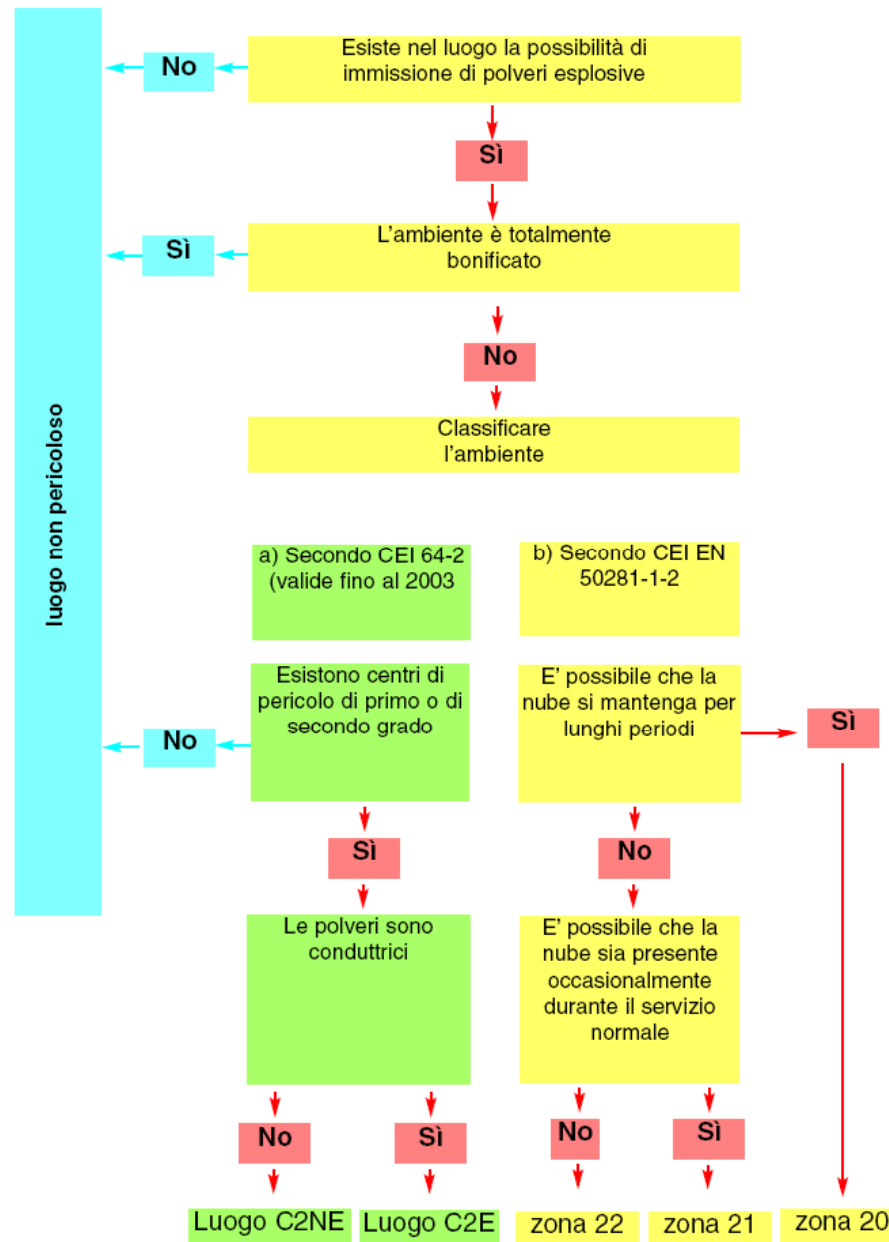
PROCEDURA PER LA CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI CON PRESENZA DI GAS, VAPORI O NEBBIE INFIAMMABILI

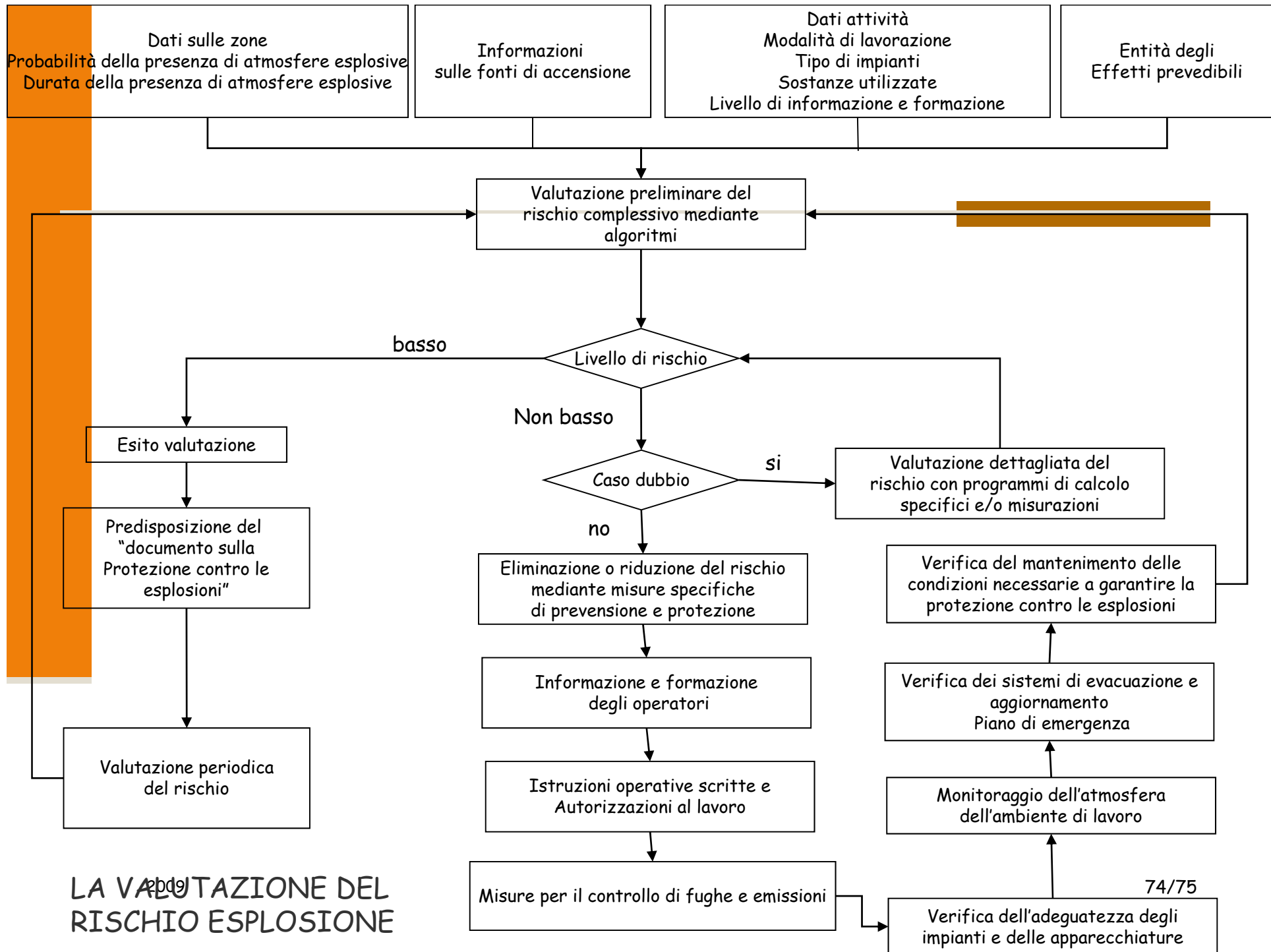
Determinazione delle zone



PROCEDURA PER LA CLASSIFICAZIONE DI LUOGHI CON PRESENZA DI POLVERI

Determinazione delle zone





LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO ESPLOSIONE

