

Aree a rischio per atmosfere esplosive, così come riportate nel cap. R.T.V. V.2 della RTO

Ing. Salvatore CORRAO

Ministero dell'Interno

Dipartimento dei Vigili del Fuoco, Soccorso Pubblico e Difesa Civile

Direzione Regionale Vigili del Fuoco per la Sardegna

E-mail: salvatore.corrao@vigilfuoco.it

Cos'è un esplosione?

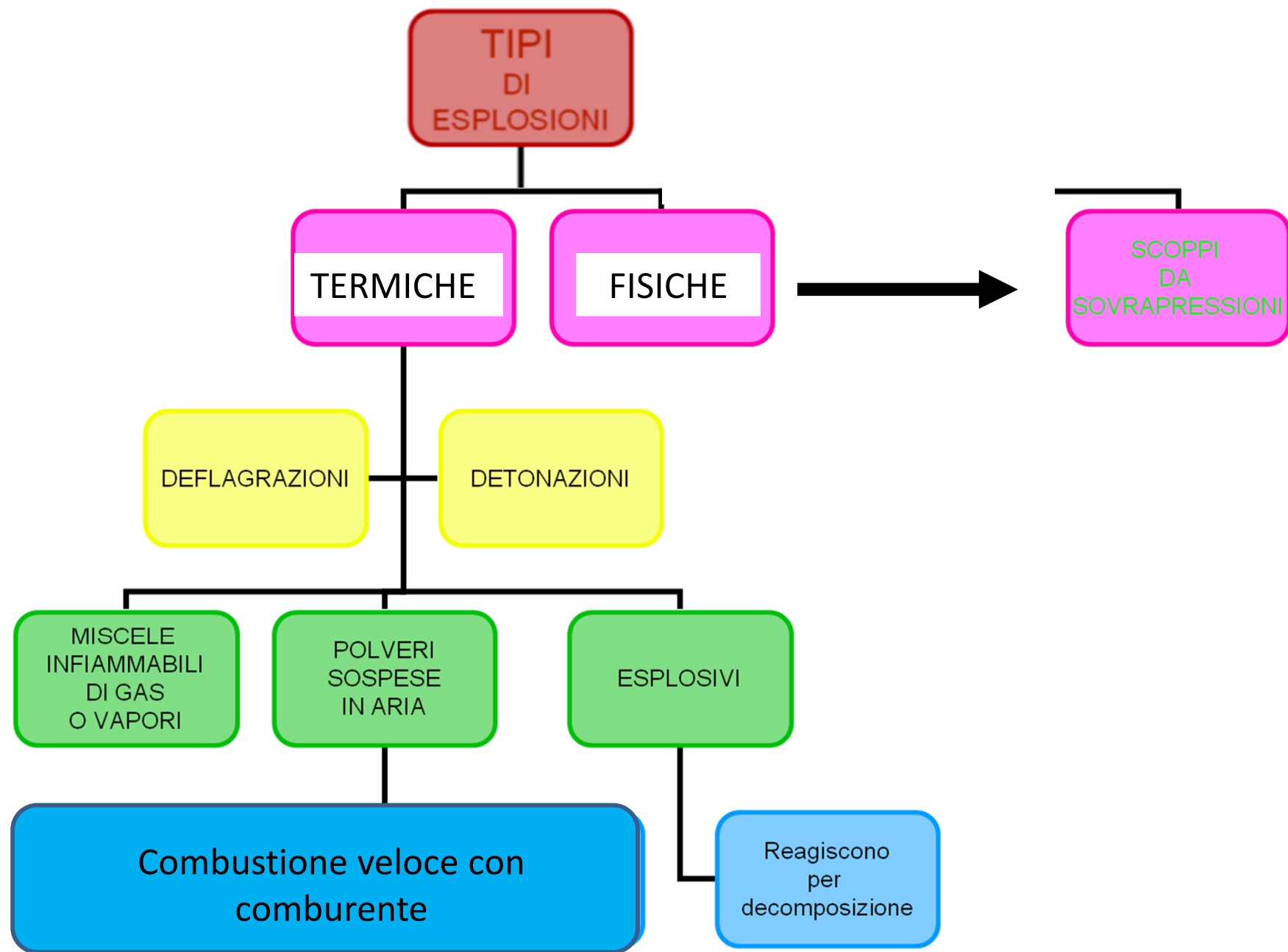
E' una repentina reazione chimica che comporta:

sviluppo di elevate temperature;

sviluppo di prodotti di reazione caratterizzati da forte espansione;

formazione di un'onda di pressione.





ESPLOSIONE TERMICA

ESPLOSIONE TERMICA

Liberazione rapidissima, incontrollata di energia, con produzione di un'onda meccanica (sovrapressione) e anche di luce e calore.

L'ENERGIA SI LIBERA PER UNA RAPIDISSIMA
REAZIONE CHIMICA ESOTERMA
(combustione – decomposizione)

MISCELE INFIAMMABILI DI GAS O VAPORI

FLASH – POINT (temp. di infiammabilità')

Campo di infiammabilità

Energia minima di innesco

0,2 ÷ 1,5 mJ	per idrogeno 0,01 mJ
	per acetilene 0,02 mJ

confinamento

turbolenza

POLVERI

Granulometria ($< 420 \text{ } \mu\text{m}$)

Umidita'

Concentrazione (lim. inf. di esplos. da 15 a 100 mg/l)

Energia minima di innesco ($10 \div 150 \text{ mJ}$)

Miscelazione

Confinamento

Turbolenza

Presenza di inerti

ESPLOSIONI DI POLVERI: SEZIONI IMPIANTISTICHE INTERESSABILI

Depositi (Sili / Bunkers)

Filtri separatori, cicloni

Mulini di ogni tipo

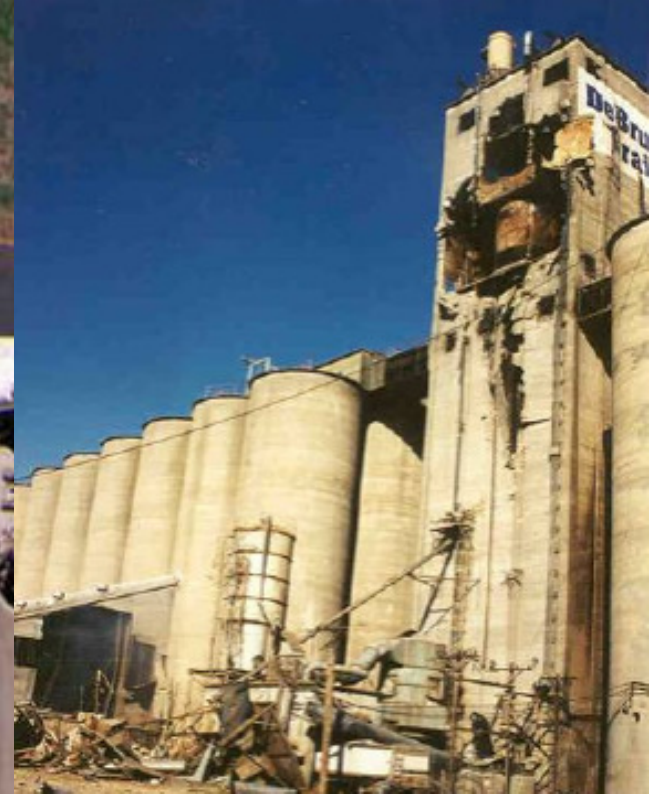
Trasportatori (nastri, coclee, elevatori a tazze pneumatici)

Essiccatori a letto fluido

Miscelatori

Setacci e vagli

Video



COSA IMPONE LA NORMATIVA PER “GESTIRE” IL RISCHIO ESPLOSIONE?

D.Lgs 81/08 e s.m.i: Titolo XI

.....

Art.289: Prevenzione e protezione contro le esplosioni

Art.290 : Valutazione dei rischi di esplosione

Art.291: Obblighi generali

.....

Art.293: Aree in cui possono formarsi atmosfere esplosive

Art. 294: Documento sulla protezione contro le esplosioni

.....

Art.289 Prevenzione e protezione contro le esplosioni

Il datore di lavoro adotta le misure tecniche ed organizzative ai fini della prevenzione e protezione contro le esplosioni*

- Prevenzione della formazione di atmosfere esplosive.
- Misure per evitarne l'accensione;
- Misure per attenuare gli effetti dell'esplosione in modo da garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori

** Non si applica alle fabbriche ed ai depositi di esplosivi o pirotecnici*

Art.290 Valutazione dei rischi di esplosione

Obbligo per il datore di lavoro di valutare i rischi specifici derivanti da atmosfere esplosive

Probabilità e durata della presenza di atmosfere esplosive;

Fonti di accensione;

Entità degli effetti prevedibili

Art.293 Aree in cui possono formarsi atmosfere esplosive

Il datore di lavoro ripartisce in zone, a norma
dell'allegato XLIX (49°), le aree in cui possono
formarsi le atmosfere esplosive

(ex D.Lgs 233/03)

Il datore di lavoro assicura che per tali aree
siano applicate le prescrizioni minime di cui
all'allegato L (50°)

(riprende le categorie degli apparecchi e sistemi
di protezione di cui al DPR 126/98)

Allegato XLIX

Classificazione delle aree a rischio esplosione

Presenza di atmosfera esplosiva	Gas, vapori o nebbie	Polveri
Permanente, per lunghi periodi o spesso	Zona 0	Zona 20
Probabile durante le normali attività	Zona 1	Zona 21
Occasionale o di breve durata	Zona 2	Zona 22

X la classificazione: CEI 31-30 e CEI 31-66 e le relative guide CEI 31-35 e CEI 31-56

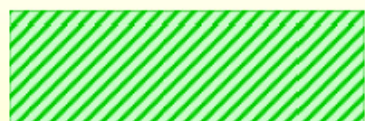
Classificazione delle aree: gas , vapori, nebbie



ZONA 0

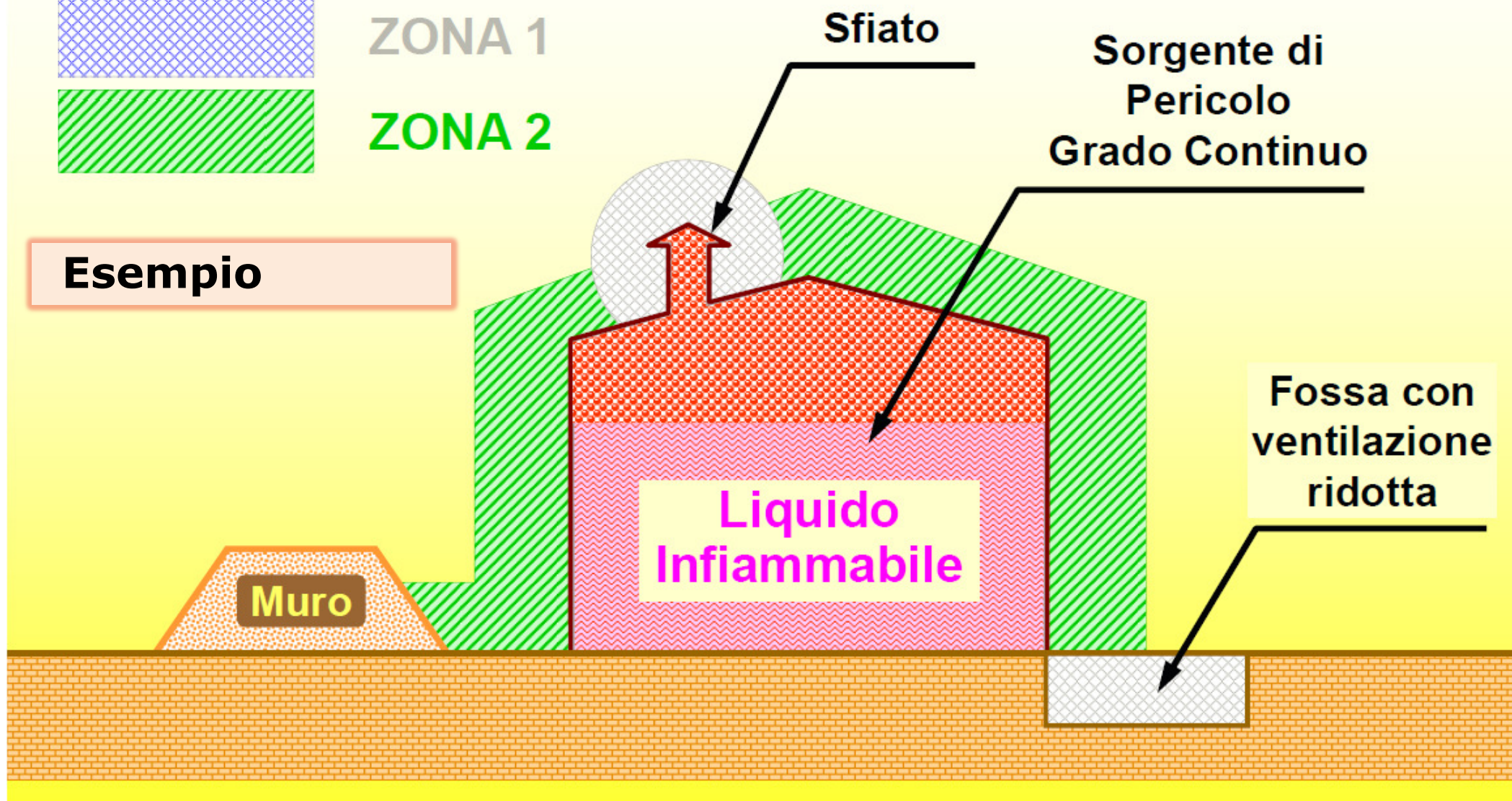


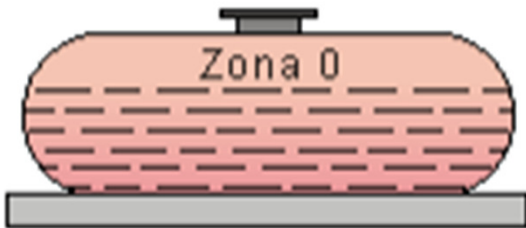
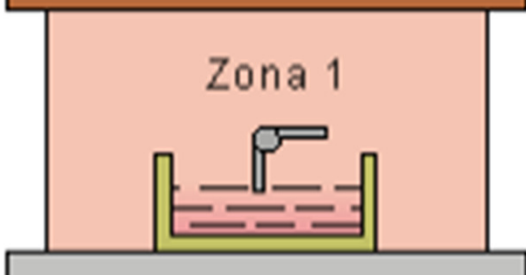
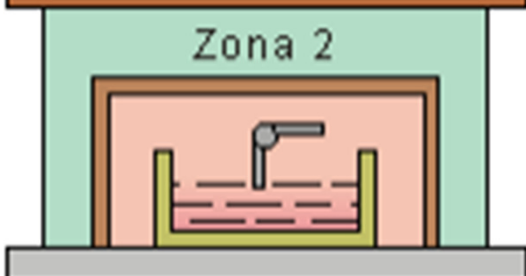
ZONA 1



ZONA 2

Esempio



ZONA 0	E' un'area nella quale una miscela di gas potenzialmente esplosiva è presente in continuazione o comunque per lunghi periodi di tempo.	
ZONA 1	E' un'area nella quale una miscela di gas potenzialmente esplosiva può essere presente durante il normale funzionamento dell'impianto.	
ZONA 2	E' un'area nella quale una miscela di gas potenzialmente esplosiva non è normalmente presente, e nel caso lo sia lo è solo per brevi periodi di tempo.	

EN 60079-10-1 (CEI 31-87) Classificazione dei luoghi - Atmosfere esplosive per la presenza di gas

Classificazione delle aree a rischio esplosione

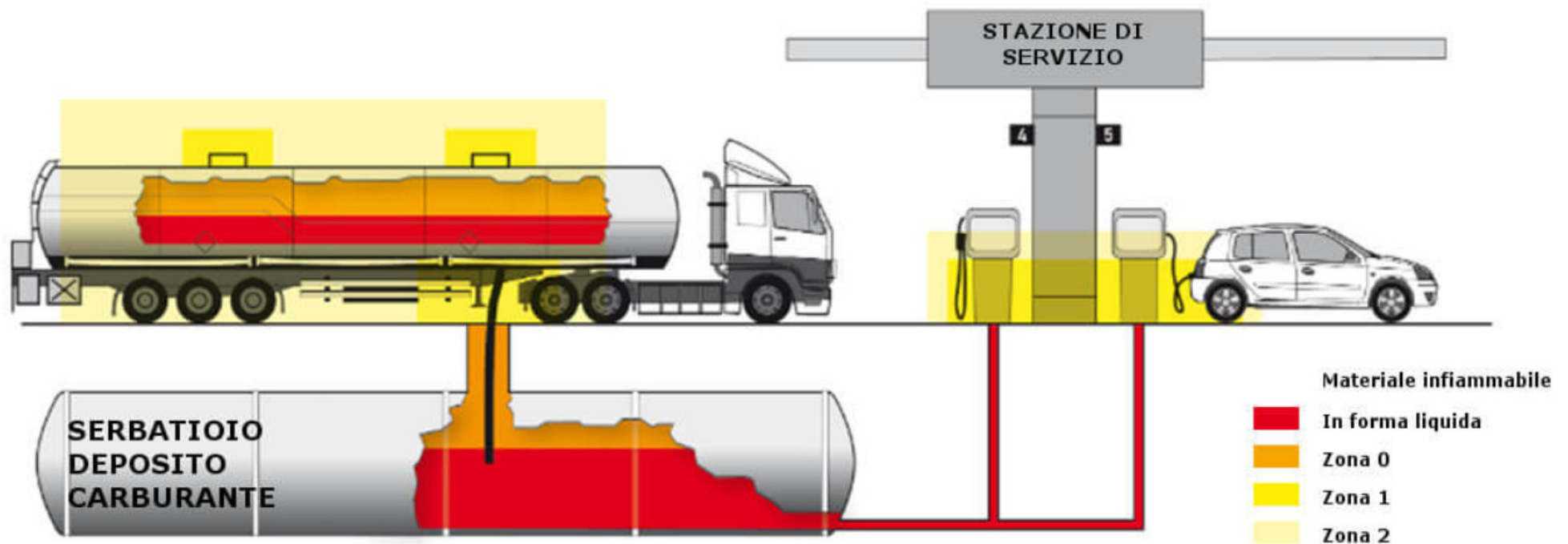
Zona 0: Area in cui è presente in **permanenza** o per **lunghi periodi** o frequentemente un'atmosfera esplosiva consistente in un miscela d'aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapori o nebbia

Zona 1: Area in cui la formazione di un'atmosfera esplosiva, consistente in un miscela d'aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapori o nebbia, è probabile che avvenga **occasionalmente** durante le **normali attività**

Zona 2: Area in cui durante le **normali attività non è probabile** la formazione di un'atmosfera esplosiva, consistente in un miscela d'aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapori o nebbia o, qualora si verifichi, sia unicamente di breve durata

N.B.: IN TALE TIPO DI CLASSIFICAZIONE NON RIENTRANO I GUASTI CATASTROFICI (ROTTURE SERBATOI, TUBAZIONI...)

EN 60079-10-1 (CEI 31-87) Classificazione dei luoghi - Atmosfere esplosive per la presenza di gas



Allegato L

Criteri di scelta degli apparecchi e dei sistemi di protezione

Categoria 1	EX(Gas)	Zona 0	
	EX(Dust)		Zona 20
Categoria 2	EX(Gas)	Zona 1	
	EX(Dust)		Zona 21
Categoria 3	EX(Gas)	Zona 2	
	EX(Dust)		Zona 22

D.M. 3 Agosto 2015 e s.m.i.

Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n°139.

Nuovo approccio alla prevenzione incendi

Applicabile per il momento a solo una **serie di attività** del DPR 151/2011;

applicabile **in alternativa** alle disposizioni di prevenzione incendi vigenti

Alcune delle attività del DPR 151/2011 che rientrano nel campo di applicazione del Codice (1/3)

N. Attività	Denominazione
9	Officine e laboratori con saldatura e taglio dei metalli utilizzando gas infiammabili e/o comburenti, con oltre 5 addetti alla mansione specifica di saldatura o taglio.
14	Officine o laboratori per la verniciatura con vernici infiammabili e/o combustibili con oltre 5 addetti.
27	Mulini per cereali ed altre macinazioni con potenzialità giornaliera superiore a 20.000 kg; depositi di cereali e di altre macinazioni con quantitativi in massa superiori a 50.000 kg.
28	Impianti per l'essiccazione di cereali e di vegetali in genere con depositi di prodotto essiccato con quantitativi in massa superiori a 50.000 kg

Alcune delle attività del DPR 151/2011 che rientrano nel campo di applicazione del Codice (2/3)

N. Attività	Denominazione
29	Stabilimenti ove si producono surrogati del caffè
30	Zuccherifici e raffinerie dello zucchero
40	Stabilimenti ed impianti per la preparazione del crine vegetale, della trebbia e simili, lavorazione della paglia, dello sparto e simili, lavorazione del sughero, con quantitativi in massa in lavorazione o in deposito superiori a 5.000 kg
51	Stabilimenti siderurgici e per la produzione di altri metalli con oltre 5 addetti; attività comportanti lavorazioni a caldo di metalli, con oltre 5 addetti, ad esclusione dei laboratori artigiani di oreficeria ed argenteria fino a 25 addetti.

Alcune delle attività del DPR 151/2011 che rientrano nel campo di applicazione del Codice (3/3)

N. Attività	Denominazione
53	Officine per la riparazione di: -veicoli a motore, rimorchi per autoveicoli e carrozzerie, di superficie coperta superiore a 300 m2; -materiale rotabile ferroviario, tramviario e di aeromobili, di superficie coperta superiore a 1.000 m2;
76	Tipografie, litografie, stampa in offset ed attività similari con oltre cinque addetti.

Capitolo V.2

Aree a Rischio per Atmosfere Esplosive

E' concepito come una regola tecnica a **“servizio”** di tutte le attività soggette alle visite ed ai controlli del Corpo Nazionale che presentano aree a rischio per la presenza di atmosfere esplosive.

Aree a Rischio per Atmosfere Esplosive

REGOLE TECNICHE VERTICALI

Capitolo V.2 Aree a rischio per atmosfere esplosive

Scopo e campo di applicazione.....

Valutazione del rischio di esplosione.....

- Individuazione delle condizioni generali di pericolo di esplosione
- Identificazione delle caratteristiche delle sostanze infiammabili o polveri combustibili
- Classificazione delle zone con pericolo di esplosione
- Identificazione dei potenziali pericoli di innesco
- Valutazione dell'entità degli effetti prevedibili di un'esplosione
- Quantificazione del livello di protezione

Misure di prevenzione, protezione e gestionali.....

- Prodotti
- Impianti
- Opere da costruzione progettate per resistere alle esplosioni

Riferimenti.....

Aree a Rischio per Atmosfere Esplosive

V.2.1

Scopo e campo di applicazione

1. La presente regola tecnica verticale tratta i criteri di valutazione e riduzione del rischio per atmosfere esplosive nelle attività soggette.
2. Negli ambiti delle attività in cui sono presenti *sostanze infiammabili* allo stato di gas, vapori, nebbie o *polveri combustibili* in deposito, in ciclo di lavorazione o di trasformazione, in sistemi di trasposto, manipolazione o movimentazione, deve essere valutato il rischio per atmosfere esplosive, individuando le misure tecniche necessarie al conseguimento dei seguenti obiettivi, in ordine di priorità decrescente:

IL RESPONSABILE
DELL'ATTIVITA' DEVE
VALUTARE IL
RISCHIO PER....



- a. prevenire la formazione di atmosfere esplosive,
- b. evitare le sorgenti d'accensione di atmosfere esplosive,
- c. attenuare i danni di un'esplosione in modo da garantire la salute e la sicurezza degli occupanti.

Ove non fosse possibile prevenire la formazione di atmosfere esplosive o eliminare le sorgenti d'accensione, dovrebbe essere ridotta la probabilità di contemporanea presenza di atmosfere esplosive e sorgenti di accensione per quanto ragionevolmente *praticabile* od *ottenibile*, secondo gli approcci ALARP (*as low as reasonably practicable*) o ALARA (*as low as reasonably achievable*).

3. Gli obiettivi del comma 2 sono conseguiti tramite:
 - a. la *valutazione del rischio di esplosione* di cui al paragrafo V.2.2;
 - b. l'adozione delle *misure di prevenzione, protezione e gestionali* di cui al paragrafo V.2.3.

Aree a Rischio per Atmosfere Esplosive

V.2.2

Valutazione del rischio di esplosione

1. La valutazione del rischio di esplosione deve essere effettuata secondo le seguenti fasi, dettagliate nei seguenti paragrafi:

a. individuazione delle *condizioni generali di pericolo di esplosione*;

Nota In questa fase devono essere individuati gli ambiti dell'attività con presenza di sostanze infiammabili o polveri combustibili. Ad esempio: sistemi di contenimento dai quali è possibile il rilascio di sostanze infiammabili o polveri combustibili, sia nel funzionamento normale o in caso di disfunzioni; condizioni ambientali per la miscelazione delle sostanze rilasciate e la formazione di atmosfere esplosive; installazioni con presenza di sorgenti di accensione efficaci nel funzionamento normale o in caso di disfunzioni; ...

b. identificazione delle *caratteristiche* delle sostanze infiammabili o polveri combustibili che possono dar luogo ad atmosfere esplosive;

c. classificazione delle zone con pericolo di esplosione, tramite stima della probabilità di presenza, della durata e dell'estensione delle atmosfere esplosive;

d. identificazione dei potenziali *pericoli di innesco* e stima della probabilità che le *sorgenti di accensione* individuate possano diventare efficaci;

e. valutazione dell'entità degli *effetti* prevedibili di un'esplosione;

f. quantificazione del livello di *protezione*.

NIENTE DI
STRAVOLGENTE O
NUOVO:
RIORGANIZZATE LE
“FASI” PER UNA
CORRETTA
VALUTAZIONE DEL
RISCHIO DI
ESPLOSIONE

Aree a Rischio per Atmosfere Esplosive

V.2.2.1

**STUDIO IMPIANTI DI
PROCESSO (IN
TUTTE LE FASI...) E
ORGANIZZAZIONE
LAVORO**

**ANALISI SU
APPARECCHIATURE
ANCHE DI TIPO
DOCUMENTALE
OLTRE A QUELLA
MIRATA AD
INDIVIDUARE, ad
esempio, LE FONTI DI
INNESCO...**

Individuazione di condizioni generali di pericolo di esplosione

1. L'individuazione delle condizioni generali di pericolo di esplosione comporta lo studio delle sezioni o reparti pericolosi, delle apparecchiature e degli impianti di processo e tecnologici presenti, considerando anche l'organizzazione del lavoro e delle attività svolte negli ambiti oggetto di valutazione.
2. Le analisi da condurre sulle apparecchiature e sugli impianti di processo e tecnologici devono essere mirate all'individuazione:
 - a. delle potenziali sorgenti di emissione;
 - b. delle potenziali sorgenti di accensione presenti;
 - c. delle caratteristiche costruttive, di installazione, d'uso e di manutenzione verificando la conformità:
 - i. alle eventuali specifiche disposizioni legislative o specifiche tecniche armonizzate di prodotto;
 - ii. alle norme applicabili;
 - iii. alle istruzioni dei fabbricanti.

Aree a Rischio per Atmosfere Esplosive

V.2.2.2

Identificazione delle caratteristiche delle sostanze infiammabili o polveri combustibili

1. Per le sostanze infiammabili e le polveri combustibili devono essere individuate le caratteristiche chimico-fisiche pertinenti all'esplosione in tutte le condizioni ambientali significative e le caratteristiche dei sistemi di deposito o stoccaggio previsti, secondo le norme tecniche applicabili.

CONOSCENZA
DELLE SOSTANZE,
ad esempio tramite
SCHEDA DI
SICUREZZA (ai sensi
direttiva REACH,
CLP...)

CONOSCENZA DEI
SISTEMI DI
STOCCAGGIO DOVE
VERRANNO UBICATE
SOSTANZE O
POLVERI

Aree a Rischio per Atmosfere Esplosive

V.2.2.3

Classificazione delle zone con pericolo di esplosione

SI AMMETTE
L'UTILIZZO DI CODICI
DI CALCOLO
RICONOSCIUTI PER
LA SUDDIVISIONE IN
ZONE

1. Le attività, dove vengono lavorate o depositate sostanze infiammabili o polveri combustibili, devono essere progettate, realizzate, esercite e mantenute in modo da ridurre al minimo le emissioni di sostanze infiammabili e le conseguenti estensioni delle aree interessate dal rilascio, con riferimento a *frequenza o probabilità di accadimento, durata e quantità* delle emissioni.
2. Gli ambiti a rischio di esplosione devono essere ripartiti in zone in base alla probabilità di presenza dell'atmosfera esplosiva così come definito nella tabella V.2-1. L'individuazione delle zone pericolose e della relativa probabilità di accadimento deve essere condotta secondo le norme applicabili.
3. La suddivisione in zone dei luoghi con pericolo di esplosione può essere effettuata anche attraverso l'utilizzo di codici di calcolo riconosciuti che consentano una classificazione secondo la tabella V.2-1.
4. Ai fini della rispondenza alle indicazioni della tabella V.2-1, la classificazione delle zone dovrebbe essere basata sui ratei di guasto delle sorgenti di emissione e dei sistemi di controllo ambientale (es. ventilazione, aspirazione, pressurizzazione, ...).

Aree a Rischio per Atmosfere Esplosive

Zona per la presenza di gas, vapori e nebbie	Zona per la presenza di polveri	Classificazione delle aree a rischio di esplosione	P [1]	D [2]
0	20	Luogo in cui un'atmosfera esplosiva è presente in permanenza o per lunghi periodi o frequentemente (il pericolo è presente sempre o frequentemente)	$P > 10^{-1}$	$D > 10^3$
1	21	Luogo in cui è probabile che un'atmosfera esplosiva si presenti occasionalmente durante il funzionamento normale (il pericolo è presente talvolta)	$10^{-3} < P \leq 10^{-1}$	$10 < D \leq 10^3$
2	22	Luogo in cui è improbabile che un'atmosfera esplosiva si presenti durante il normale funzionamento, ma che, se si presenta, persiste solo per un breve periodo (il pericolo è presente raramente o quasi mai)	$10^{-5} < P \leq 10^{-3}$	$10^{-1} < D \leq 10$
NP		Luogo in cui è trascurabile la probabilità di presenza dell'atmosfera esplosiva (<i>negligible presence</i>). Le zone NP sono considerate non pericolose.	$P < 10^{-5}$	-
NE		Luogo in cui il volume dell'atmosfera esplosiva è di estensione trascurabile (<i>negligible extent</i>). Generalmente le zone NE sono considerate non pericolose.	-	-
[1] Probabilità P di presenza su base annua [eventi/anno] [2] Durata D di presenza ATEX su base annua [ore/anno]				

Tabella V.2-1: Classificazione delle zone con presenza di atmosfera esplosiva.

ZONE DIVISE in BASE AL LIVELLO DI PERICOLO. VEDI: LUNGI PERIODI; OCCASIONALMENTE; RARAMENTE, QUASI MAI...

Aree a Rischio per Atmosfere Esplosive

V.2.2.4

Identificazione dei potenziali pericoli di innesco

1. I pericoli di innesco sono strettamente legati alla presenza di *sorgenti di accensione* ed alle *proprietà di accensione* delle miscele potenzialmente esplosive.
2. Un elenco di possibili sorgenti di accensione da ricercare nelle apparecchiature, negli impianti di processo e negli impianti tecnologici e di servizio è indicato in tabella V.2-2.
3. L'accensione di un'atmosfera esplosiva è strettamente dipendente dalla possibilità con cui le sorgenti di accensione si manifestano e diventano efficaci, a contatto con la miscela esplosiva. A tale fine, le sorgenti di accensione possono essere così classificate:
 - a. sorgenti di accensione che possono manifestarsi *continuamente o frequentemente*, in genere presenti durante le normali operazioni;
 - b. sorgenti di accensione che possono manifestarsi in circostanze *rare*, in genere a seguito di malfunzionamenti prevedibili;
 - c. sorgenti di accensione che possono manifestarsi in circostanze *molto rare*, in genere a seguito di malfunzionamenti estremamente rari.
4. In termini di apparecchi, sistemi di protezione e componenti utilizzati, la classificazione del comma precedente deve essere ritenuta equivalente a:
 - a. sorgenti di accensione che possono manifestarsi durante il *normale funzionamento*;
 - b. sorgenti di accensione che possono manifestarsi unicamente a seguito di *disfunzioni previste*;
 - c. sorgenti di accensione che possono manifestarsi unicamente a seguito di *disfunzioni rare*.

Aree a Rischio per Atmosfere Esplosive

5. Essendo necessario assicurare un livello di protezione adeguato, in nessuna delle zone pericolose della tabella V.2-1 (0/20, 1/21, 2/22) sono consentite sorgenti d'accensione frequenti o continue.

Nota Possono essere considerati come riferimento i valori di probabilità delle sorgenti di accensione riportati nella tabella C10 della norma EI 15:2015 *"Model code of safe practice Part 15: Area classification for installations handling flammable fluids"*.

Superfici calde
Fiamme, gas, particelle calde
Scintille di origine meccanica
Materiale ed impianti elettrici
Correnti vaganti, protezione catodica
Elettricità statica
Fulmini
Radio frequenza da 10^4 Hz a $3 \cdot 10^{11}$ Hz
Onde elettromagnetiche da $3 \cdot 10^{11}$ Hz a $3 \cdot 10^{15}$ Hz
Radiazioni ionizzanti
Ultrasuoni
Compressione adiabatica ed onde d'urto
Reazioni esotermiche

Tabella V.2-2: Sorgenti di accensione tratte dalla norma UNI EN 1127-1

Aree a Rischio per Atmosfere Esplosive

V.2.2.4

Identificazione dei potenziali pericoli innesco

CLASSIFICAZIONE
DELLE SORGENTI DI
ACCENSIONE IN
BASE ALLA
FREQUENZA di
«CONTATTO» con
MIX ESPLOSIVA

3. La possibilità di accensione di una atmosfera esplosiva è strettamente dipendente dalla frequenza con cui le sorgenti di accensione vengono a contatto con la miscela esplosiva. A tale fine, le sorgenti di accensione possono essere così classificate:

- a. sorgenti di accensione che possono manifestarsi *continuamente o frequentemente*, in genere presenti durante le normali operazioni;
- b. sorgenti di accensione che possono manifestarsi in circostanze *rare*, in genere a seguito di malfunzionamenti prevedibili;
- c. sorgenti di accensione che possono manifestarsi in circostanze *molto rare*, in genere a seguito di malfunzionamenti estremamente rari.

4. In termini di attrezzature, sistemi di protezione e componenti utilizzati, la classificazione del comma precedente deve essere ritenuta equivalente a:

...RICORDATI DELLA
ZONIZZAZIONE...

- a. sorgenti di accensione che possono manifestarsi durante il *normale funzionamento*;
- b. sorgenti di accensione che possono manifestarsi unicamente a seguito di *disfunzioni previste*;
- c. sorgenti di accensione che possono manifestarsi unicamente a seguito di *disfunzioni rare*.

5. Essendo necessario assicurare un livello di sicurezza equivalente adeguato, in nessuna delle zone della tabella V.2-1 sono consentite attrezzature che presentino inneschi frequenti e continui



Aree a Rischio per Atmosfere Esplosive

V.2.2.5

Valutazione dell'entità degli effetti prevedibili di un'esplosione

1. Ai fini della valutazione degli effetti prevedibili di un'esplosione è necessario tener conto delle conseguenze sulle eventuali persone esposte, sulle strutture e sugli impianti dei seguenti *effetti fisici* di un'esplosione:
 - a. fiamme e gas caldi;
 - b. irraggiamento termico;
 - c. onde di pressione;
 - d. proiezione di frammenti o oggetti;
 - e. rilasci di sostanze pericolose.
2. Per la verifica dell'obiettivo di salvaguardia degli occupanti, devono essere considerati almeno i seguenti effetti:
 - a. danneggiamento degli elementi di compartimentazione non resistenti all'esplosione secondo NTC ed in generale agli impatti meccanici;
 - b. fuori servizio degli impianti di protezione attiva interni al locale di origine dell'esplosione;
 - c. effetto domino (es. danneggiamento di altri sistemi di contenimento, impianti o apparecchiature con rilascio di sostanze pericolose, ...);
 - d. danneggiamento delle misure di protezione adottate sulle fonti di innesco presenti con conseguente accensione delle atmosfere esplosive prodotte dalle sostanze rilasciate.

**STESURA DI UNA
PROCEDURA
GUIDATA PER LA
VALUTAZIONE DEI
DANNI DOVUTI ALLE
ESPLOSIONI**

Aree a Rischio per Atmosfere Esplosive

V.2.2.5

Valutazione dell'entità degli effetti prevedibili di un'esplosione

VALUTARE SE DA ESPLOSIONE PUO' SCATURIRE UN INCENDIO E VICEVERSA e VALUTARE LO SCENARIO CONSEGUENTE SEGUITO INDISPONIBILITA' SISTEMI DI SALVAGUARDIA PERSONE, BENI E AMBIENTE;

SI RICONOSCE L'IMPIEGO DI CODICI DI CALCOLO PER LA DETERMINAZIONE DELLE SOVRAPPRESSIONI

3. Nei casi in cui l'esplosione potrebbe essere seguita da un incendio, si deve valutare quest'ultimo scenario tenendo conto dell'indisponibilità di quanto danneggiato dall'esplosione.
4. Nei casi in cui a seguito di un incendio potrebbe verificarsi un'esplosione, si deve valutare quest'ultimo scenario tenendo conto dell'indisponibilità di quanto danneggiato dall'incendio.
5. Per la determinazione delle sovrappressioni che si sviluppano nelle esplosioni si può ricorrere a formulazioni semplificate presenti in normativa o a espressioni empiriche che collegano fra loro le grandezze più significative di una esplosione. I modelli empirici semplificati di calcolo maggiormente utilizzati sono il TNT equivalente, il TNO Multienergy ed il CCPS QRA.
6. Oltre ai metodi empirici ed ai modelli semplificati, per la stima delle sovrappressioni che si sviluppano a seguito di esplosioni, si può ricorrere a codici di calcolo riconosciuti.

Aree a Rischio per Atmosfere Esplosive

V.2.2.6

Quantificazione del livello di protezione

1. In generale, il livello di protezione contro le esplosioni è considerato adeguato quando si deve verificare il fallimento di tre *mezzi di protezione* indipendenti affinché un'atmosfera esplosiva possa essere innescata da una sorgente di accensione efficace.

Nota Per il concetto di *mezzo di protezione* si richiamano le disposizioni in materia di apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera esplosiva nonché le disposizioni in materia di salute e sicurezza sui luoghi di lavoro.

NB: Tre esempi di metodi/mezzi di protezione indipendenti ATEX per apparecchiature in atmosfere esplosive includono:

- l'Incapsulamento (Exm) per evitare il contatto;
- l'Autosicurezza Intrinseca (Exi) che limita l'energia;
- la Custodia Antideflagrante (Exd) che resiste all'esplosione.

Questi metodi assicurano la sicurezza in diverse zone e categorie di rischio (gas/polveri).

Incapsulamento (Exm):

Funzione: Il componente elettrico è sigillato ermeticamente in una resina speciale (incapsulamento) per impedire l'ingresso di atmosfere esplosive e prevenire scintille o temperature pericolose.

Utilizzo: Ideale per piccoli componenti elettronici in zone a rischio, offrendo sicurezza elevata.

Autosicurezza Intrinseca (Exi):

Funzione: Limita l'energia elettrica (tensione e corrente) di un circuito a livelli così bassi da non poter generare scintille o surriscaldamenti capaci di innescare un'esplosione, anche in caso di guasto.

Utilizzo: Molto comune per strumenti di misura e sensori in zone 0/20 (massimo rischio), garantendo la massima protezione (EPL Ga/Da).

Custodia Antideflagrante (Exd):

Funzione: L'apparecchiatura è racchiusa in un involucro robusto, costruito per resistere alla pressione di un'esplosione interna e impedire la propagazione della fiamma all'esterno.

Utilizzo: Adatta per apparecchiature più grandi (motori, quadri elettrici) in zone 1/21, dove il rischio è elevato ma la probabilità di esplosione è minore rispetto alla zona 0.

Questi metodi, insieme ad altri come la sicurezza aumentata (Exe) o la protezione mediante gas inerte, sono scelti in base alla classificazione dell'area (Zone 0, 1, 2 per gas; 20, 21, 22 per polveri) e alla categoria del dispositivo (1, 2, 3), garantendo il livello di protezione richiesto dalla Direttiva ATEX

Aree a Rischio per Atmosfere Esplosive

V.2.3

Misure di prevenzione, protezione e gestionali

MISURE DI:

- PREVENZIONE;
- PROTEZIONE, MITIGAZIONE;
- ORGANIZZATIVE/GESTIONALI.

RIORGANIZZA, IN PRATICA, GLI ELEMENTI PRESENTI NELLA DIRETTIVA SOCIALE ATEX E RIPRESI NEL TU 81/08

ANALISI DEL LIVELLO DI RISCHIO (QUESTO E' ACCETTABILE? CON QUALI MISURE?)

DOC TECNICA per ATTESTAZIONE IDONEITA' prodotti/impianti

1. Le misure che possono essere adottate contro il rischio di esplosione per il conseguimento del livello di protezione stabilito, si distinguono in:
 - a. misure di *prevenzione*, che riguardano la riduzione delle probabilità di presenza ed innesco di una miscela esplosiva, riportate in tabella V.2-3;
 - b. misure di *protezione*, che comportano la mitigazione degli effetti di un'esplosione entro limiti accettabili, riportate in tabella V.2-4;
 - c. misure *gestionali*, che prevedono la riduzione del rischio di esplosione mediante adozione di procedure di corretta organizzazione delle lavorazioni e dei processi produttivi, riportate in tabella V.2-5.
2. Le misure di prevenzione e gestionali sono sempre da preferire alle misure di protezione; si deve ricorrere alle misure di protezione quando non è possibile ricondurre il livello di rischio ad un livello accettabile con la sola applicazione di misure di prevenzione e gestionali.
3. Le attività con presenza di rischio derivante da atmosfere esplosive devono disporre della documentazione tecnica attestante l'idoneità dei prodotti ed impianti installati per lo specifico uso nel luogo di impiego, in conformità anche del gruppo e della categoria, nonché di tutte le indicazioni fornite dal fabbricante e necessarie per il funzionamento sicuro degli stessi.

Aree a Rischio per Atmosfere Esplosive

Misure di prevenzione
Riduzione del numero di sorgenti di emissione presenti sui sistemi di contenimento, della probabilità di rilascio in ambiente o della durata del rilascio di sostanze infiammabili. Realizzazione di sistemi di dispersione, diluizione o bonifica dei rilasci di sostanze infiammabili in ambiente in modo da conseguire uno dei seguenti obiettivi: • mantenere la concentrazione delle miscele potenzialmente esplosive al di fuori dei limiti di esplosività; • ridurre l'estensione dell'atmosfera pericolosa a volumi trascurabili, secondo le norme applicabili, ai fini delle conseguenze in caso di accensione; • confinare l'atmosfera pericolosa in aree dove non sono presenti sorgenti di accensione efficaci. Installazione di impianti di rivelazione sostanze infiammabili per: • attivazione delle misure di messa in sicurezza delle sorgenti di emissione e delle sorgenti d'accensione; • evacuazione delle persone preventivamente all'accensione dell'atmosfera esplosiva. Installazione all'interno delle zone con pericolo di esplosione di impianti, attrezzature e relativi sistemi di connessione non in grado di provocarne l'accensione. Installazione di impianti di rivelazione delle sorgenti d'accensione (es. scintille, superfici calde, ...). Installazione di sistemi di inertizzazione delle apparecchiature in modo da ridurre la concentrazione di ossigeno al di sotto della concentrazione limite (LOC). Installazione di prodotti conformi alla legislazione comunitaria sui luoghi con pericolo di esplosione.

Tabella V.2-3: Misure di prevenzione

Tabella V.2-3: Misure impiegabili, provvedimenti organizzativi, gestionali

Aree a Rischio per Atmosfere Esplosive

Misure di protezione
Installazione di sistemi di mitigazione degli effetti di un'esplosione per ridurre al minimo i rischi rappresentati per gli occupanti dalle conseguenze fisiche di un'esplosione, scelti tra i seguenti: • sistemi di protezione mediante sfogo dell'esplosione di gas; • sistemi di protezione mediante sfogo dell'esplosione di polveri; • sistemi di isolamento dell'esplosione; • sistemi di soppressione dell'esplosione; • apparecchi resistenti alle esplosioni. Adozione di un layout dell'opera da costruzione e degli impianti con l'obiettivo di ridurre il numero di occupanti esposti agli effetti di un'esplosione (es. sovrappressione, calore, proiezione di frammenti, ...), installando le lavorazioni pericolose: • all'esterno dei fabbricati occupati dalle persone, opportunamente schermate o distanziate; • all'interno di fabbricati dove è prevista solo la presenza occasionale e di breve durata di occupanti; • in locali dotati di misure (es. impianto di rivelazione di sostanze infiammabili, ...) tali da consentire agli occupanti di raggiungere un luogo sicuro ai fini dell'esplosione prima dell'accensione; • all'interno di opere da costruzione resistenti alle esplosioni, in posizione opportunamente schermata rispetto alle postazioni fisse di lavoro.

Tabella V.2-4: Misure di protezione

Tabella V.2-4: Misure impiegabili, provvedimenti impiantistici (prevenzione, protezione...)

Aree a Rischio per Atmosfere Esplosive

Misure gestionali
Formazione professionale dei lavoratori addetti ai luoghi dove possono formarsi atmosfere esplosive in materia di protezione contro le esplosioni.
Predisposizione di permessi di lavoro per le attività pericolose e per le attività che possono diventare pericolose quando interferiscono con altre operazioni di lavoro.
Assegnazione ai lavoratori addetti di attrezzature portatili e di indumenti di lavoro non in grado di innescare un'atmosfera esplosiva.
Assegnazione ai lavoratori addetti di attrezzature portatili per la rivelazione di atmosfere esplosive.
Predisposizione di specifiche procedure di lavoro e di comportamento per i lavoratori addetti.
Segnalazione dei pericoli di formazione di atmosfere esplosive.
Adozione di procedure specifiche in caso di emergenza per la messa in sicurezza delle sorgenti di emissione e delle sorgenti di accensione.
Attuazione di verifiche di sicurezza (verifica iniziale, controllo periodico e manutenzione) degli impianti e delle attrezzature installate nei luoghi di lavoro con aree in cui possano formarsi atmosfere esplosive, nel rispetto delle norme applicabili.

Tabella V.2-5: Misure gestionali

Tabella V.2-5: Misure gestionali

Regole Tecniche Verticali

Aree a Rischio per Atmosfere Esplosive

V.2.4

Misure per la riduzione del rischio per gli occupanti

1. Il layout dell'opera da costruzione e degli impianti deve essere concepito con l'obiettivo di ridurre il numero di occupanti esposti agli effetti di un'esplosione (es. sovrappressione, calore, proiezione di frammenti, ...). A tal fine, le sorgenti di pericolo possono essere installate come segue:
 - a. all'esterno dei fabbricati, opportunamente schermate o distanziate;
 - b. in locali dove è prevista solo la presenza occasionale di occupanti;
 - c. all'interno dei locali, in posizione opportunamente schermata rispetto alle postazioni fisse di lavoro;
 - d. in locali dotati di misure (es. impianto di rivelazione di sostanze infiammabili, ...) tali da consentire agli occupanti di raggiungere un luogo sicuro ai fini dell'esplosione prima dell'accensione.

IL RISCHIO VITA E'
e RIMANE SEMPRE
L'ELEMENTO
CARDINE DELLE
STRATEGIE DI
SICUREZZA.

SONO OCULATO NELLA SCELTA DI INSTALLAZIONE DELLE SORGENTI DI PERICOLO:

- ALL'ESTERNO;
- PRESENZA OCCASIONALE OCCUPANTI;
- SCHERMI DI PROTEZIONE;
- RIVELAZIONE PROPEDEUTICA ALL'ESODO.

Regole Tecniche Verticali

Aree a Rischio per Atmosfere Esplosive

V.2.3.1

Prodotti

1. I prodotti possono essere utilizzati o essere messi in servizio in un'atmosfera esplosiva solamente dopo aver verificato la compatibilità della zona nella quale sono chiamati a svolgere la propria funzione.

Tali prodotti devono essere rispondenti alla direttiva ATEX di prodotto, che prevede differenti categorie in relazione all'impiego in ciascuna zona classificata.

2. Per i prodotti impiegabili in industrie ed attività di superficie (II Gruppo della direttiva di prodotto ATEX), vengono definite le seguenti categorie:

- a. *Categoria 1 - livello di protezione molto elevato.*

I prodotti non devono essere causa di innesco anche in caso di guasto eccezionale. I mezzi di protezione sono tali che in caso di guasto di uno dei mezzi di protezione, almeno un secondo mezzo indipendente assicura il livello di sicurezza richiesto, oppure qualora si manifestino due guasti indipendenti uno dall'altro, è garantito il livello di protezione richiesto;

- b. *Categoria 2 - livello di protezione elevato.*

I mezzi di protezione garantiscono il livello di protezione richiesto anche in presenza di anomalie ricorrenti o difetti di funzionamento degli apparecchi di cui occorre abitualmente tener conto.

- c. *Categoria 3 - livello di protezione normale.*

I mezzi di protezione garantiscono il livello di protezione richiesto a funzionamento normale.

**IMPOSSIBILITA' A
RIMUOVERE GLI
INNESCHI, USO
PRODOTTI NELLE
ZONE ATEX**

Regole Tecniche Verticali

Aree a Rischio per Atmosfere Esplosive

3. La tabella V.2-6 riporta la compatibilità dei prodotti con le zone classificate per la presenza di atmosfere esplosive.

Atmosfera esplosiva	Zona	Categoria ATEX [1]
Gas	0	1G
	1	1G, 2G
	2	1G, 2G, 3G
Polveri	20	1D
	21	1D, 2D
	22	1D, 2D, 3D
[1] G per gas e D per dust (polvere)		

Tabella V.2-6: Compatibilità dei prodotti per la presenza di atmosfere esplosive

I sistemi di protezione e tutti i loro dispositivi di collegamento possono essere utilizzati o essere messi in servizio in un'atmosfera esplosiva solamente dopo aver verificato la compatibilità della zona nella quale sono chiamati a svolgere la propria funzione.

Regole Tecniche Verticali

Aree a Rischio per Atmosfere Esplosive

V.2.3.2

Impianti

NOVITA'....O COSA
GIÀ NOTA....

IMPIANTI POSTI
SEGUITO VERIFICA
COMPATIBILITÀ DELLA
ZONA DOVE DEVONO
OPERARE

IMPIANTI CONFORMI A
NORME

PER IMPIANTI PRIVI DI
NORME per impiego in
zone ATEX DA USARE
TECNICHE DI ANALISI DI
AFFIDABILITÀ

1. Per *impianti* si intendono le attrezzature, i sistemi e i relativi dispositivi di collegamento che non sono *prodotti* ai sensi della direttiva ATEX, qualora rappresentino un pericolo di accensione o di emissione di sostanze infiammabili.
2. Gli impianti e tutti i loro dispositivi di collegamento possono essere utilizzati o essere messi in servizio in un'atmosfera esplosiva solamente dopo aver verificato la compatibilità della zona nella quale sono chiamati a svolgere la propria funzione.
3. Il livello di sicurezza degli impianti deve essere conforme alle indicazioni contenute nelle norme scelte per la progettazione e realizzazione. Per impianti privi di norme con tale finalità possono essere utilizzate tecniche di analisi di affidabilità quali *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA, EN 60812), *Fault tree analysis* (FTA, EN 61025), *Markov* (EN 61165) o mediante applicazione della progettazione basata sulla sicurezza funzionale (IEC 61511 "*Functional safety - Safety instrumented systems for the process industry sector*").

Regole Tecniche Verticali

Aree a Rischio per Atmosfere Esplosive

V.2.3.3

Opere da costruzione progettate per resistere alle esplosioni

1. In generale, le opere da costruzione possono essere progettate in modo tale da limitare gli effetti di esplosioni all'interno delle stesse o nei confronti di costruzioni limitrofe.
2. Le strategie di progettazione strutturale dipendono dagli obiettivi di sicurezza prefissati:
 - a. salvaguardia della vita degli occupanti all'interno della costruzione;
 - b. salvaguardia della vita degli occupanti di costruzioni limitrofe;
 - c. tutela di beni contenuti nelle costruzioni;
 - d. limitazione di danni alla costruzione in cui si origina l'esplosione;
 - e. limitazione di danni a costruzioni limitrofe;
 - f. limitazione di effetti domino.
3. Le fasi della progettazione di strutture resistenti alle esplosioni, al fine di salvaguardare la vita degli occupanti e limitare il danneggiamento strutturale, sono:
 - a. modellazione degli effetti dell'esplosione, quantificazione delle azioni;
 - b. analisi strutturale;
 - c. progettazione costruttiva e verifica.
4. La *modellazione degli effetti dell'esplosione* è condotta con riferimento agli effetti provocati ed alle relative conseguenze così come indicato nella tabella V.2-6, tratta dalle NTC e dal NAD della norma EN 1991 1-7.

NOVITA'....O COSA
GIÀ' NOTA....

FASI PROGETTAZIONE
Per strutture resistenti
alle ESPLOSIONI

MODELLAZIONE
EFFETTI ESPLOSIONE
TRAMITE NORME

Regole Tecniche Verticali

Aree a Rischio per Atmosfere Esplosive

5. Ai fini della *quantificazione delle azioni* agenti sulle strutture in caso di esplosione, deve essere impiegata la combinazione di carico per azioni eccezionali di cui alle NTC tenendo presente che:

- a. per le opere da costruzione con rischio di esplosione con effetti di categoria 1 (ricadenti quindi nella classe di conseguenza CC1), non vanno considerate le azioni derivanti da esplosione;
- b. per le opere da costruzione con rischio di esplosione con effetti di categoria 2 (ricadenti quindi nelle classi di conseguenza CC2), la quantificazione delle azioni si effettua con riferimento a:
 - i. NTC, per la sovrappressione di progetto da impiegare per le verifiche in caso di esplosioni confinate di gas, vapori o nebbie;
 - ii. UNI EN 1991-1-7 integrata dal rispettivo NAD, per la sovrappressione di progetto per esplosioni di polveri;
- c. per le opere da costruzione con rischio di esplosione con effetti di categoria 3 (ricadenti quindi nella classe di conseguenza CC3) devono essere effettuate analisi mediante metodi avanzati che tengano conto:
 - i. degli effetti del *venting* e della geometria degli ambienti nel calcolo della sovrappressione;
 - ii. del comportamento dinamico non lineare delle strutture;
 - iii. di analisi del rischio effettuate con metodi probabilistici;
 - iv. di aspetti economici per l'ottimizzazione delle soluzioni.

APPROFONDIMENTO

Regole Tecniche Verticali

Aree a Rischio per Atmosfere Esplosive

APPROFONDIMENTO

6. L'*analisi strutturale* può essere condotta con modelli semplificati di tipo statico equivalenti nel caso di opere da costruzione in classe CC2 o con analisi dinamiche non lineari per opere da costruzione in classe CC3.
7. La *progettazione costruttiva* di opere da costruzione caratterizzate dal rischio di esplosione prevede, in genere, l'adozione di misure di riduzione del danno da esplosione.
8. Ai fini delle *verifiche*, per le opere da costruzione ricadenti nella categoria di azione 1 non sono richieste verifiche strutturali. Per le opere da costruzione ricadenti in categoria 2 o 3 è richiesta la verifica degli elementi strutturali per la combinazione delle azioni eccezionali, che dimostri, oltre ai requisiti di robustezza, che la capacità portante dell'intera struttura sia garantita per un tempo sufficiente affinché siano attuate le previste misure di emergenza (es. evacuazione e soccorso degli occupanti, ...).

Regole Tecniche Verticali

Aree a Rischio per Atmosfere Esplosive

Categoria delle azioni dovute alle esplosioni (NTC)		Classi di conseguenza (NAD EN 1991-1-7)	
1	Effetti trascurabili sulle strutture	CC1	Opere da costruzione con presenza solo occasionale di occupanti, edifici agricoli.
2	Effetti localizzati su parte delle strutture	CC2 rischio inferiore	- Opere da costruzione il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. - Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. - Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti nelle classi di conseguenza superiori.
		CC2 rischio superiore	- Opere da costruzione il cui uso preveda affollamenti significativi. - Industrie con attività pericolose per l'ambiente. - Reti viarie extraurbane non ricadenti in classe di conseguenza 3. - Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza.
3	Effetti generalizzati sulle strutture	CC3	- Opere da costruzione con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. - Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. - Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione.

Via via opere più strategiche e di importanza critica per la continuità dell'azione di Governo e funzionalità del sistema Paese

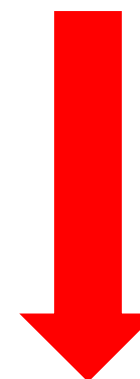


Tabella V.2-7: Classificazione delle azioni dovute alle esplosioni (NTC) e delle relative classi di conseguenze (NAD EN 1991-1-7)

FINE DELLA PRESENTAZIONE

