

V.2 AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE

Rappresenta uno strumento di **progettazione specifico**, per questo motivo è stato inserito nelle regole tecniche verticali;

Visto che nelle attività possono essere presenti molte aree a rischio per la possibile formazione di atmosfere esplosive e per la contemporanea presenza di inneschi efficaci, questa regola tecnica è stata sviluppata per essere a **“servizio”** di tutte le attività soggette alle visite ed ai controlli del CNVVF che presentano aree a rischio per la presenza di atmosfere esplosive.



V.2 AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE

N. Att.	Denominazione	R.Espl.
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.	SI
14	Officine o laboratori per la verniciatura con vernici infiammabili e/o combustibili con oltre 5 addetti.	SI
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.	SI
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	SI
30	Zuccherifici e raffinerie dello zucchero	SI
31	Pastifici e/o riserie con produzione giornaliera superiore a 50.000 kg	SI
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	SI
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.	SI
53	Officine per la riparazione di: -veicoli a motore, rimorchi per autoveicoli e carrozzerie, di S coperta > 300 m ² ; -materiale rotabile ferroviario, tramviario e di aeromobili, di S coperta > 1.000 m ² ;	SI
76	Tipografie, litografie, stampa in offset ed attività similari con oltre 5 addetti.	SI



V.2 AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE

Scopo e campo di applicazione

Presenza di **sostanze infiammabili** allo stato di **gas, vapori, nebbie o polveri** in deposito, lavorazione, trasformazione, manipolazione, movimentazione.

Obiettivi con priorità decrescente:

- 1) **Prevenire la formazione di atmosfere esplosive.**
- 2) **Evitare l'accensione di atmosfere esplosive.**
- 3) **Attenuare i danni di un'esplosione.**

disposizioni e norme tecniche nell'ipotesi di una **probabile inefficacia dei mezzi di protezione**



V.2 AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE

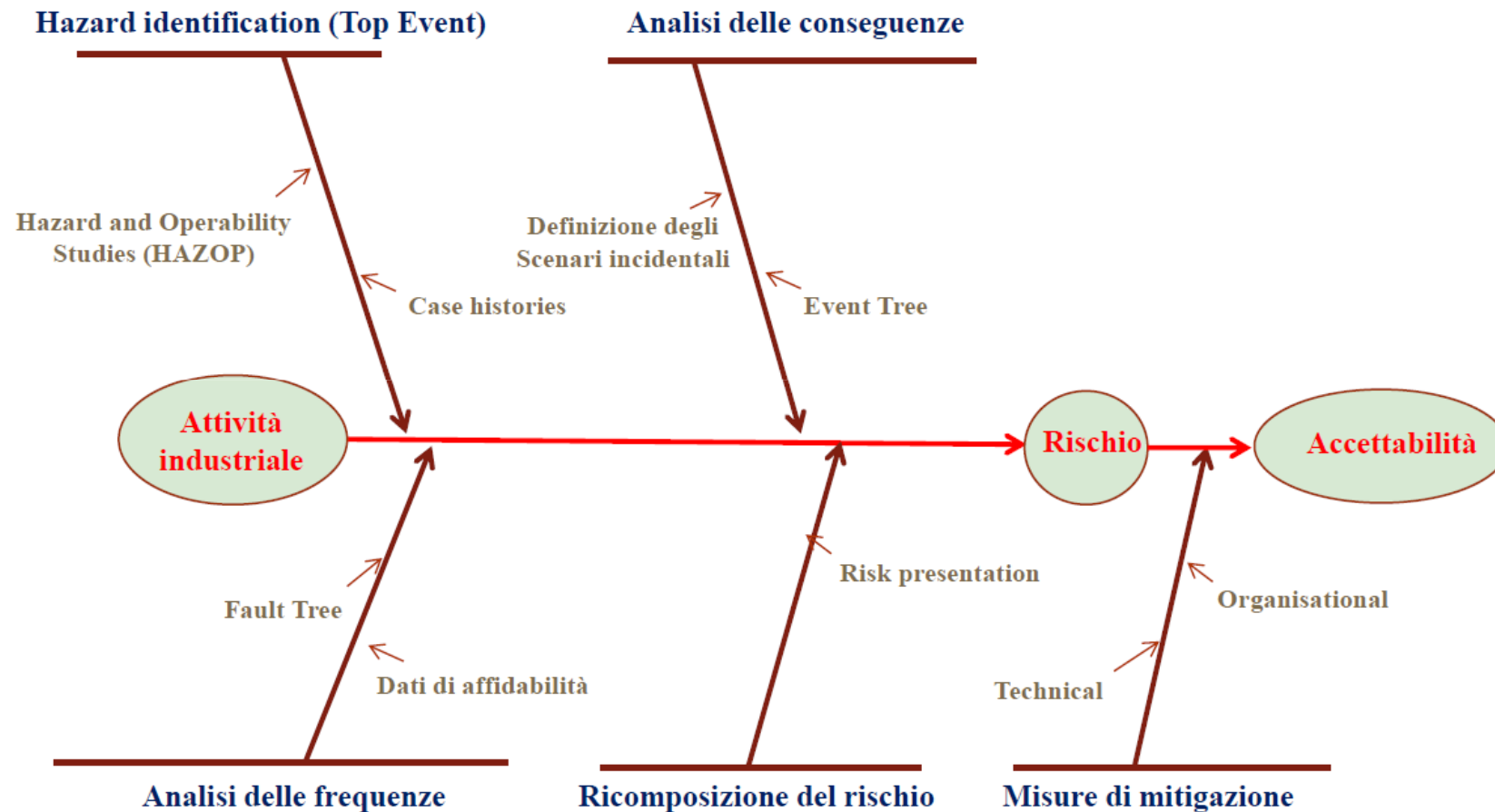
Valutazione del rischio esplosione

- Individuazione **condizioni generali di pericolo esplosione;**
- Identificazione **caratteristiche delle sostanze infiammabili o polveri combustibili;**
- Determinazione **probabilità di formazione, della durata e dell'estensione delle atmosfere esplosive;**
- Identificazione potenziali **pericoli di innesco;**
- Valutazione **entità degli effetti prevedibili;**
- Quantificazione livello di **rischio accettabile;**
- Adozione misure per la **riduzione del rischio**



V.2 AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE

Valutazione del rischio esplosione



V.2 AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE

Individuazione delle condizioni generali di pericolo esplosione

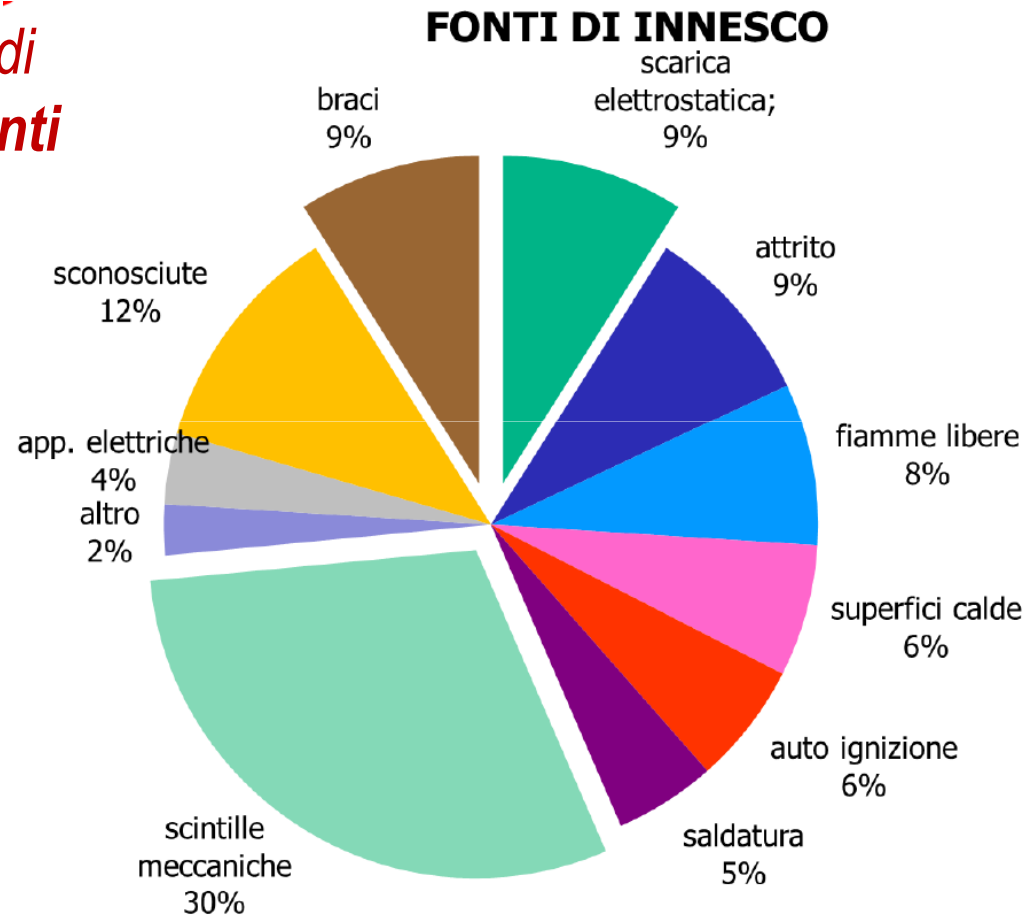
- Studio dei **reparti pericolosi, apparecchiature e impianti di processo** e tecnologici, considerando l'organizzazione del lavoro.
- Esaminare il **processo produttivo in tutte le fasi di attività o fermata** previste (*es. normale funzionamento, avvio, fermata ordinaria, differita e di emergenza, manutenzione, guasto*) con *particolare* attenzione alle fasi transitorie. Le analisi devono essere mirate all'individuazione di:
 - potenziali **fonti di innesco presenti**;
 - potenziali **sorgenti di emissione**;
 - **caratteristiche costruttive, installazione, uso e manutenzione.**



V.2 AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE

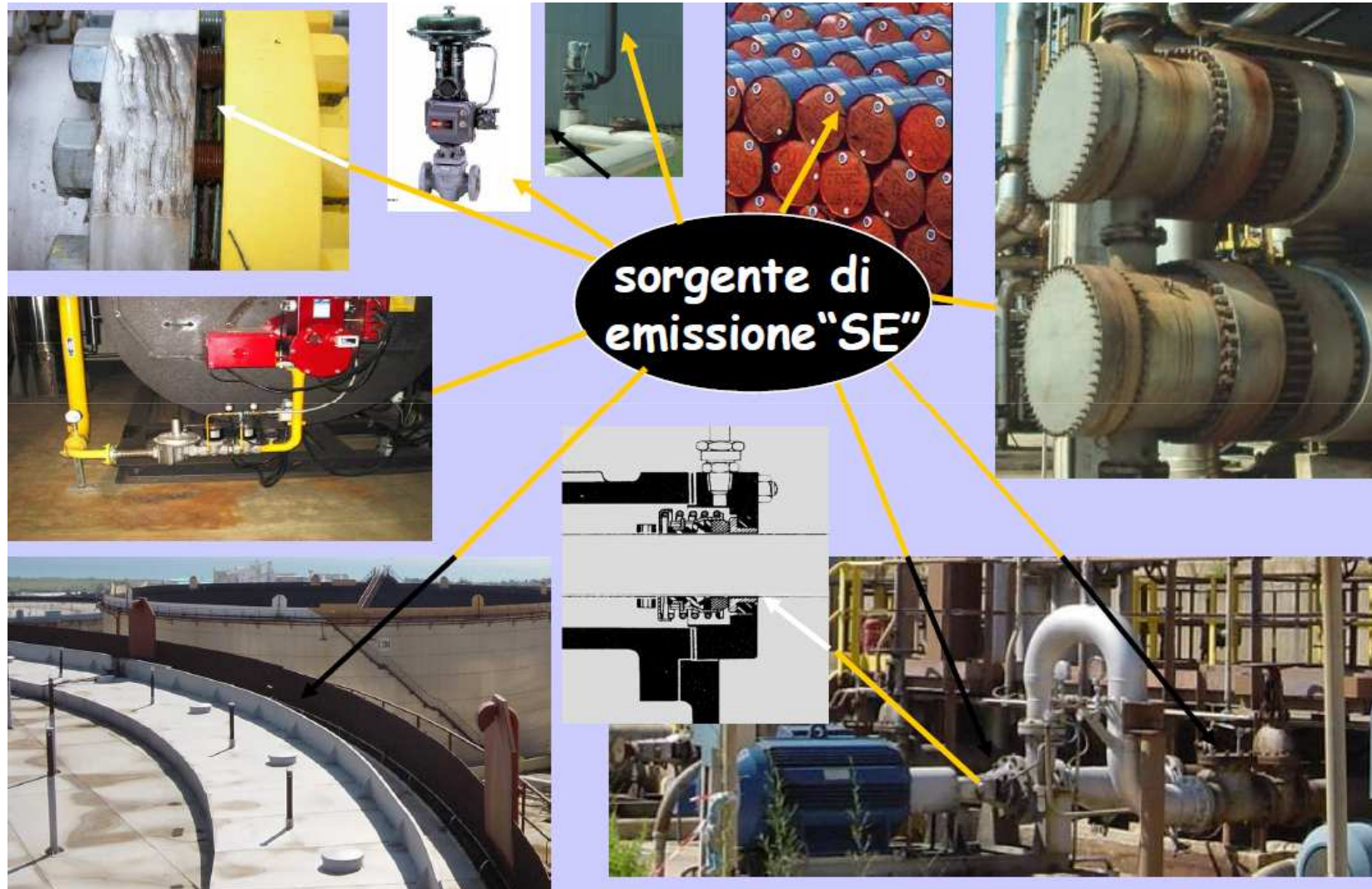
Individuazione delle condizioni generali di pericolo esplosione

potenziali fonti di innesco presenti



V.2 AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE

Individuazione delle condizioni generali di pericolo esplosione



V.2 AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE

Individuazione delle condizioni generali di pericolo esplosione



*Zona estrazione e trasporto
Pneumatico, tramoggia silos (No SE)*

Alcuni esempi di
Sorgenti di
Emissione (SE)
relative a polveri
combustibili



*Strati di polvere alimentare
su trasporto pneumatico (P, S)*



*Strati di polvere alimentare
in pavimento silos grano (P, S)*



*Strati di polvere alimentare
su carcassa di ventilatore (P, S)*



V.2 AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE

Individuazione delle condizioni generali di pericolo esplosione

caratteristiche costruttive, installazione, uso e manutenzione



V.2 AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE

Identificazione delle caratteristiche delle sostanze infiammabili o polveri combustibili

Caratteristiche chimico fisiche delle

sostanze infiammabili e polveri combustibili



Guida CEI 31-35

b	c	d	e	f	g	h	i	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u
SOSTANZE INFIAMMABILI		CAS Number (Chemical Abstract Service Number)	Temperat d'infiammabilità (3) °C	Densità relativa all'aria del gas o vapore	Massa volumica del liquido ρ_{liq} (38) kg/m ³	Coefficiente di diffus. c_d m ² /h	Rapporto tra i calori specifici $\gamma (c_p / c_v)$	Calore specifico a temper. ambiente c_{sa} (35) J/(kg K)	Calore latente di vaporiz. alla T_b c_{lv} (39) J/kg	Massa molare M kg/kmol	Limiti di esplosibilità in aria		VOLATILITA' (3) (40)			Temperatura di accensione (4) °C	Gruppo e Classe di temperatura (5)
NOME (2)	FORMULA O COMPOSIZIONE										LEL (36) % vol.	UEL (36) % vol.	Temperatura di ebollizione °C	Tensione di vapore a 20°C Pa	Tensione di vapore a 40°C Pa		
Acetale	CH ₃ CH(OC ₂ H ₅) ₂	105-57-7	-21	4,1	821	0,019	(34)	2010	3,40 · 10 ⁵	118,17	1,60	10,40	102	2 660	7 900	230	IIAT3



V.2 AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE

Identificazione delle caratteristiche delle sostanze infiammabili o polveri combustibili

Caratteristiche chimico fisiche delle
sostanze infiammabili e polveri combustibili

↓
Guida CEI 31-56

N.	Sostanza	Grandezza media delle particelle [μm]	Contenuto in massa di umidità nella polvere [%]	LEL [g/m^3]	Sovrappressione massima di esplosione P_{emax} [bar]	Indice di esplosione K_{St} [$\text{bar}\times\text{m}/\text{s}$]	Classe di esplosibilità St	Concentrazione limite di ossigeno LOC [%]	Energia minima di accensione MIE [mJ]	Temp. di accensione della nube T_d [$^{\circ}\text{C}$]	Temp. di accensione strato di spessore 5 mm T_{5mm} [$^{\circ}\text{C}$]	Conducibilità della polvere (Nota 3) (C/NC)	Densità assoluta dei corpi incoerenti (polveri) ρ [kg/m^3]
----	----------	---	--	----------------------------------	--	---	-------------------------------	---	---	---	--	--	---

SOSTANZE INORGANICHE

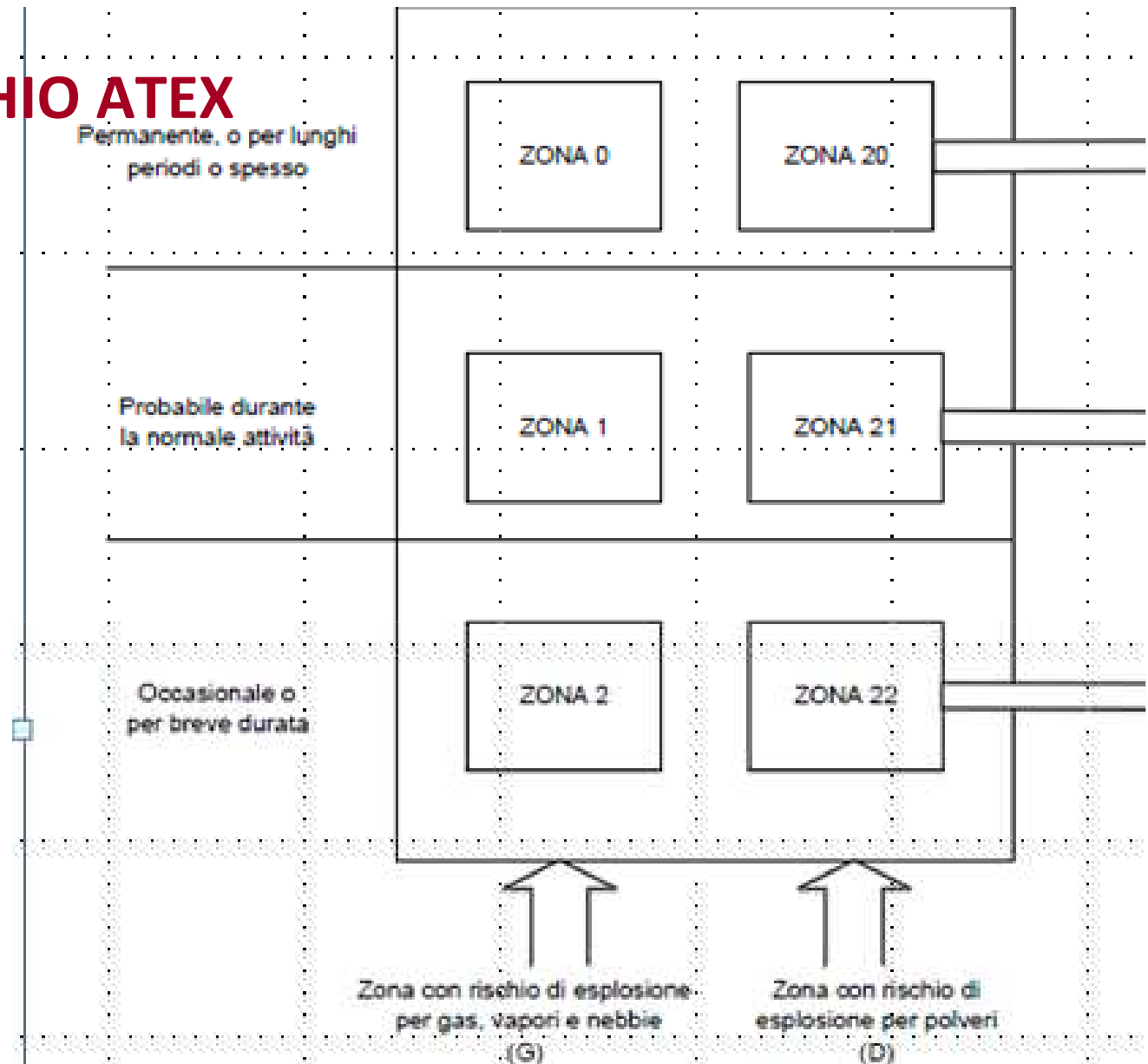
Metalli, leghe

1	Alluminio	23		60	12,40	620	St 3	5	10	560	450	C	2 700
2	Alluminio atomizzato	90		500	8,40	46	St 1			850	450	C	
3	Alluminio stampato			35					20	645	585	C	



V.2 AREE A RISCHIO ATEX

Zonizzazione



Le classificazioni delle zone pericolose derivano principalmente dalla:

- classe di appartenenza (0,1,2,3)
- grado di sorgente pericolosa (continua, 1,2) ed ubicazione
- condizioni di ventilazione



V.2 Valutazione delle possibili sorgenti di innesco

- *superfici calde*
- *fiamme e gas caldi (incluse le particelle calde)*
- *scintille di origine meccanica*
- *materiale elettrico*

(N.B.: fuori dal campo di applicazione delle EN 13463; vedi EN 60079)

- *correnti elettriche vaganti e protezione contro la corrosione catodica*
- *elettricità statica*
- *Fulmini*
- *onde elettromagnetiche a radiofrequenza da 10^4 Hz a $3 \cdot 10^{12}$ Hz*
- *onde elettromagnetiche da $3 \cdot 10^{11}$ Hz a $3 \cdot 10^{15}$ Hz*
- *radiazioni ionizzanti*
- *ultrasuoni*
- *compressione adiabatica ed onde d'urto (NOTA: + EN 14986)*
- *reazioni chimiche esotermiche*



EN 1127-1



EN 1127-1 + ulteriori considerazioni



Non significative per il fabbricante: vedi EN 1127-1



V.2 AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE

Identificazione dei potenziali pericoli di innesco

- 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.
- Classificazione delle **sorgenti di accensione in base a come possono manifestarsi**:
 - **Frequentemente** → **durante il normale funzionamento**
 - **Raramente** → **a seguito di *disfunzioni previste*;**
 - **molto raramente** → **a seguito di *disfunzioni molto rare*.**
- Nelle zone della tabella V.2-1 **non sono consentite attrezzature** che presentino **inneschi frequenti o continui**.



V.2 AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE

Valutazione dell'entità degli effetti prevedibili

Tener conto delle conseguenze su persone, strutture e impianti di:

- **fiamme e gas caldi;**
- **irraggiamento termico;**
- **onde di pressione;**
- **proiezione di frammenti o oggetti;**
- **rilasci di sostanze pericolose**



V.2 AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE

Valutazione dell'entità degli effetti prevedibili

Per la salvaguardia degli occupanti, devono essere considerati:

- **danneggiamento di compartimentazione non resistenti all'esplosione.**
- **fuori servizio d'impianti di protezione attiva.**
- **effetto domino.**
- **danneggiamento delle misure di protezione adottate sulle fonti di innesco presenti con conseguente accensione delle atmosfere esplosive prodotte dalle sostanze rilasciate.**



V.2 AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE

Valutazione dell'entità degli effetti prevedibili

- Se l'esplosione può essere seguita da incendio, valutare quest'ultimo tenendo conto dei danneggiamenti per esplosione.
- Se da un incendio può verificarsi un'esplosione, valutare quest'ultimo tenendo conto dei danneggiamenti per incendio.

Per determinare le **sovrappressioni** si può ricorrere a:

- **formulazioni semplificate presenti in normativa;**
- **modelli empirici semplificati (es. TNT equivalente, TNO Multienergy, CCPS QRA);**
- **codici di calcolo riconosciuti.**



V.2 AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE

Misure per la riduzione del rischio di esplosione

- Misure di **prevenzione**: riduzione delle probabilità di formazione e innesco di una miscela esplosiva;
- Misure di **protezione**: mitigazione degli effetti di un'esplosione entro limiti accettabili;
- Misure **gestionali**: procedure di corretta organizzazione del lavoro e dei processi produttivi.
- Le misure di **prevenzione e gestionali** sono sempre **da preferire** alle misure di protezione



V.2 AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE

Misure per la riduzione del rischio di esplosione

Provvedimenti organizzativi

- Formazione professionale in materia di protezione dalle esplosioni dei lavoratori addetti ai luoghi dove possono formarsi atmosfere esplosive.
- 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 fonti di innesco.
- Realizzazione delle verifiche di sicurezza (verifica iniziale, periodica e manutenzione) degli impianti e delle attrezzature installate nei luoghi di lavoro con aree in cui possano formarsi atmosfere esplosive, nel rispetto delle normative tecniche applicabili.



V.2 AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE

Misure per la riduzione del rischio di esplosione

Provvedimenti impiantistici

- Protezione dai danneggiamenti meccanici dei sistemi di contenimento di sostanze infiammabili al fine di evitare la rottura di componenti.
- Impiego di sistemi a circuito chiuso per la movimentazione delle sostanze infiammabili.
- Realizzazione di sistemi di dispersione/diluizione/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 tecniche applicabili, ai fini delle conseguenze in caso di accensione;
 - confinare l'atmosfera pericolosa in aree dove non sono presenti sorgenti di innesco efficaci.
- Installazione di impianti di rivelazione sostanze infiammabili per:
 - attivazione delle misure di messa in sicurezza delle sorgenti di emissione e delle fonti di innesco;
 - evacuazione delle persone preventivamente all'accensione dell'atmosfera esplosiva.
- Installazione all'interno delle aree dove è probabile la presenza di atmosfere esplosive di impianti, attrezzature, sistemi di protezione e relativi sistemi di connessione non in grado di provocarne l'accensione.
- Installazione di impianti di rivelazione inneschi (es. scintille, superfici calde, ...).
- Realizzazione di sistemi di inertizzazione delle apparecchiature in modo da ridurre la concentrazione di ossigeno al di sotto della concentrazione limite (LOC).
- Installazione di sistemi di mitigazione degli effetti di un'esplosione per ridurre al minimo i rischi rappresentati per i lavoratori 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;
 - elementi costruttivi dei fabbricati progettati per resistere alle esplosioni.



V.2 AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE

Misure per la riduzione del rischio per gli occupanti

Le sorgenti di pericolo possono essere installate:

- all'esterno, opportunamente schermate o distanziate;
- in locali con presenza occasionale di occupanti;
- all'interno dei locali, opportunamente schermati rispetto a postazioni di lavoro;
- in locali dotati di misure (*es. impianto di rivelazione di sostanze infiammabili, ...*) tali da consentire l'esodo degli occupanti prima dell'accensione.



V.2 AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE

Prodotti impiegabili

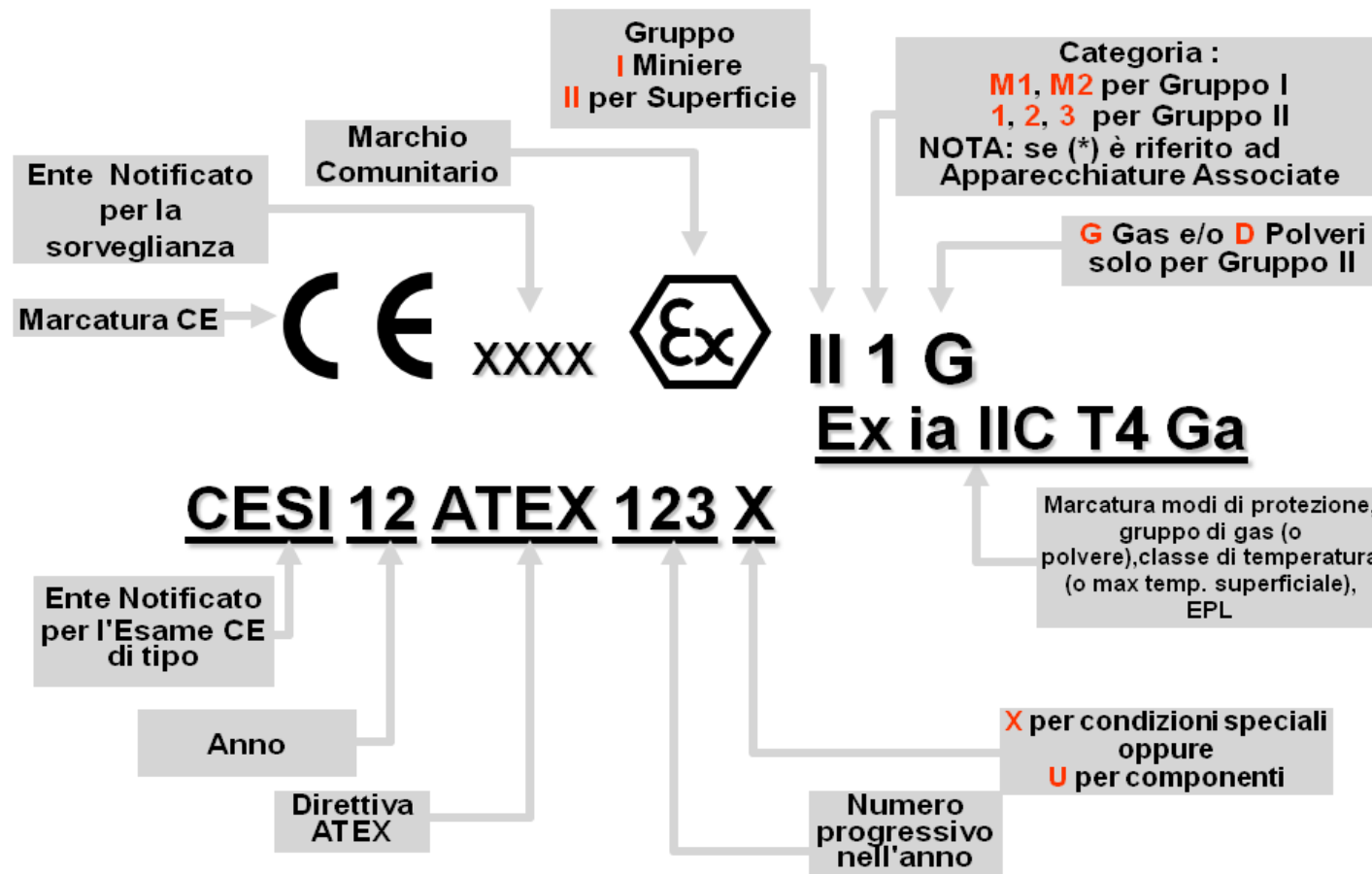
Atmosfera esplosiva	Zona	Categoria ATEX [1]
Gas	0	1G
	1	1G, 2G
	2	1G, 2G, 3G
Polveri	20	1D
	21	1D, 2D
	22	1D, 2D, 3D

[1] G per gas e D per dust (polvere)



V.2 AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE

Prodotti impiegabili



V.2 AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE

Opere da costruzione progettate per resistere alle esplosioni

Le strategie di progettazione dipendono dagli obiettivi di sicurezza:

- salvaguardia della vita umana all'interno della costruzione;
- salvaguardia della vita umana in costruzioni limitrofe;
- tutela di beni contenuti nelle costruzioni;
- limitazione di danni a costruzione origine dell'esplosione;
- limitazione di danni a costruzioni limitrofe;
- limitazione di effetti domino.



V.2 AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE

Opere da costruzione progettate per resistere alle esplosioni

Fasi della progettazione di strutture resistenti alle esplosioni

- Modellazione degli effetti dell'esplosione, quantificazione delle azioni.
- Analisi strutturale.
- Progettazione costruttiva e verifica.

La modellazione degli effetti dell'esplosione è condotta con riferimento agli effetti provocati e alle relative conseguenze così come indicato nella tabella successiva, tratta dalle NTC e dal NAD EN 1991-1-7.



V.2 AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE

Opere da costruzione progettate per resistere alle esplosioni

Categoria delle azioni dovute alle esplosioni (NTC)		Classi di conseguenza (NAD EN 1991 1-7)	
1	Effetti trascurabili sulle strutture	CC1	<ul style="list-style-type: none"> Opere da costruzione con presenza solo occasionale di occupanti, edifici agricoli.
2	Effetti localizzati su parte delle strutture	CC2 rischio inferiore	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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.



V.2 AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE

Opere da costruzione progettate per resistere alle esplosioni

Combinazione di carico per azioni eccezionali:

- **Categoria 1 (CC1 - *effetti trascurabili*), non considerare le** azioni derivanti da esplosione.
- **Categoria 2 (CC2 - *effetti localizzati*), fare riferimento a** sovrappressione di progetto da :
 - NTC per esplosioni confinate di gas, vapori o nebbie;
 - UNI EN 1991-1-7 integrata dal rispettivo NAD per esplosioni di polveri



V.2 AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE

Opere da costruzione progettate per resistere alle esplosioni

Combinazione di carico per azioni eccezionali:

- **Categoria 3 (CC3 - *effetti generalizzati*) devono essere *effettuate*** analisi mediante metodi avanzati che tengano conto di:
 - effetti del venting e della geometria degli ambienti;
 - comportamento dinamico non lineare delle strutture;
 - analisi del rischio effettuate con metodi probabilistici;
 - aspetti economici per l'ottimizzazione delle soluzioni.

