



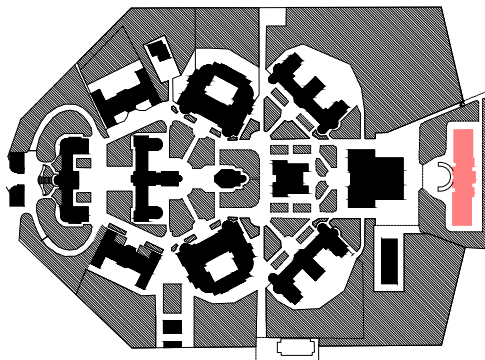
Ricollocazione del Laboratorio Medico e Chimico presso il Pad. Monteggia,
all'interno del complesso ex O.N.P. di Varese

CUP: G35E23000170002 (CUP Derivato da CUP Master I83C22000640005)

COMMITTENTE:

direttore generale:
dott. SALVATORE GIOIA

responsabile del procedimento:
ing. MARZIA MOLINA


**PROGETTISTI:**

progetto architettonico:
arch. Andrea Taddia



progetto impianti meccanici
elettrici, antincendio e
coordinamento
della sicurezza in fase di
progettazione:
ing. Roberto Taddia



3				
2				
1	12/03/2024	Revisione per Validazione	FC	AA
0	28/02/2024	Prima emissione	FC	AA
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato
 Consortio Stabile - S.c.ar.l Milano - Via Cortina d'Ampezzo, 13 Tel. 02/45490600 Fax 02/45490601			Elaborato N. V-000	
Oggetto			Scala	
PROGETTO ESECUTIVO			Data 28/02/2024	
Descrizione Relazione tecnica di prevenzione incendi			Commessa 2024701	
			Nome File E4701-V-000-01-ReIVVF	

VALUTAZIONE DEL RISCHIO INCENDIO

art. 62 del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81;

Edizione 0, Revisione 1

**Progettazione eseguita secondo il DM 3 agosto 2015 aggiornato con
il DM 12.04.2019 e DM 18.10.2019**

Committente:

ATS INSUBRIA

**Ricollocazione del Laboratorio Medico e Chimico presso il Pad.
Monteggia, all'interno del complesso ex O.N.P. di Varese –
Via Ottorino Rossi n. 9**

Indirizzo:

Via Ottorino Rossi, 9
VARESE

Indice:

1	PREMESSA	6
1.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	9
1.2	TERMINI E DEFINIZIONI	10
1.3	RINVIO A DISPOSIZIONI E CRITERI DI PREVENZIONE INCENDI	10
2	DESCRIZIONE AZIENDA ED ANALISI ATTIVITÀ.....	11
2.1	GENERALITÀ	11
2.1.1	<i>Descrizione attività.....</i>	<i>11</i>
2.1.2	<i>Affollamento</i>	<i>11</i>
2.1.3	<i>Ubicazione</i>	<i>11</i>
2.2	CARATTERISTICHE STRUTTURALI	13
2.3	IMPIANTI.....	13
3	VALUTAZIONE DEL RISCHIO INCENDIO.....	14
3.1	INDIVIDUAZIONE DEI PERICOLI DI INCENDIO E LORO CONTESTO	14
2.1.1	<i>Utilizzo di agenti chimici infiammabili</i>	<i>14</i>
3.2	DETERMINAZIONE QUANTITÀ E TIPOLOGIA DEGLI OCCUPANTI	16
3.3	INDIVIDUAZIONE DEI BENI ESPOSTI ALL'INCENDIO	16
3.4	METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO INCENDIO	16
3.5	ANALISI DEGLI SCENARI DI INCENDIO	19
3.6	STIMA DEL RISCHIO	21
4	PROGETTAZIONE ANTINCENDIO	22
4.1	DETERMINAZIONE DEI PROFILI DI RISCHIO ATTIVITÀ (CAPITOLO G.3)	23
4.1.1	<i>Profilo Rischio Rvita</i>	<i>23</i>
4.1.2	<i>Profilo Rischio Rbeni.....</i>	<i>24</i>
4.1.3	<i>Profilo Rischio Rambiente.....</i>	<i>24</i>
5	STRATEGIA ANTINCENDIO	25
5.1	REAZIONE AL FUOCO (CAPITOLO S.1)	25
5.1.1	<i>Premessa</i>	<i>25</i>
5.1.2	<i>Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione</i>	<i>25</i>
5.1.3	<i>Livello di prestazione.....</i>	<i>26</i>
5.1.4	<i>Soluzioni conformi</i>	<i>26</i>
5.2	RESISTENZA AL FUOCO (CAPITOLO S.2)	29
5.2.1	<i>Premessa</i>	<i>29</i>
5.2.2	<i>Criteri di attribuzione del livello prestazionale.....</i>	<i>29</i>
5.2.3	<i>Livello di prestazione.....</i>	<i>30</i>
5.2.4	<i>Soluzione conforme per il livello di prestazione II</i>	<i>30</i>
5.2.5	<i>Calcolo carico di incendio</i>	<i>30</i>
5.2.6	<i>materiali computati nel calcolo del carico di incendio</i>	<i>31</i>
5.2.7	<i>Carico incendio laboratorio</i>	<i>32</i>
5.2.8	<i>Carico incendio studio professionale.....</i>	<i>33</i>
5.3	COMPARTIMENTAZIONE (CAPITOLO S.3)	34
5.3.1	<i>Premessa</i>	<i>34</i>
5.3.2	<i>Livello di prestazione.....</i>	<i>34</i>
5.3.3	<i>Soluzioni conformi per il livello di prestazione II.....</i>	<i>35</i>
5.3.4	<i>Superfici vulnerabili di chiusura esterna del compartimento.....</i>	<i>37</i>
5.3.5	<i>Segnaletica.....</i>	<i>37</i>
5.4	ESODO (CAPITOLO S.4)	38
5.4.1	<i>Premessa</i>	<i>38</i>
5.4.2	<i>Livello di prestazione.....</i>	<i>38</i>
5.4.3	<i>Soluzioni conformi – Tipologia di esodo e misure antincendio minime</i>	<i>39</i>
5.4.4	<i>Numero minimo di vie d'esodo indipendenti</i>	<i>40</i>
5.4.5	<i>Corridoi ciechi.....</i>	<i>41</i>
5.4.6	<i>Lunghezza d'esodo</i>	<i>42</i>

5.4.7	Altezza delle vie di esodo	43
5.4.8	Calcolo della larghezza minima delle vie di esodo orizzontali	43
5.4.9	Verifica di ridondanza delle vie di esodo orizzontali	44
5.4.10	Larghezza minima delle vie di esodo verticali	44
5.4.11	Larghezza minima delle uscite finali	45
5.4.12	Uscite finali	46
5.4.13	Segnaletica d'esodo ed orientamento (S.4.5.9)	46
5.4.14	Illuminazione di sicurezza	46
5.4.15	Eliminazione o superamento delle barriere architettoniche.....	46
5.5	GESTIONE DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO (CAPITOLO S.5)	47
5.5.1	Premessa	47
5.5.2	Livello di prestazione.....	47
5.5.3	Livello di prestazione.....	48
5.5.4	Soluzioni conformi per il livello di prestazione I.....	48
5.5.5	Centro di Gestione delle Emergenze	50
5.6	CONTROLLO DELL'INCENDIO (CAPITOLO S.6)	51
5.6.1	Premessa	51
5.6.2	Livello di prestazione.....	52
5.6.3	Soluzione conforme per il livello di prestazione II	52
5.6.4	Classificazione dei fuochi.....	52
5.6.5	Estintori portatili	53
5.6.6	Segnaletica.....	53
5.6.7	Caratteristiche della rete idranti.....	53
5.7	RIVELAZIONE E ALLARME (CAPITOLO S.7)	55
5.7.1	Premessa	55
5.7.2	Livelli di prestazione	56
5.7.3	Soluzioni progettuali conformi per i livelli di prestazione III	56
5.7.4	Specifiche di impianto	58
5.7.5	Schem	59
5.7.6	a a blocchi impianto.....	59
5.8	CONTROLLO DI FUMI E CALORE (CAPITOLO S.8)	60
5.8.1	Premessa	60
5.8.2	Livello di prestazione.....	60
5.8.3	Soluzioni progettuali conformi per il livello di prestazione II	61
5.8.4	Verifica della distribuzione uniforme delle aperture di smaltimento	62
5.9	OPERATIVITÀ ANTINCENDIO (CAPITOLO S.9)	63
5.9.1	Premessa	63
5.9.2	Livello di prestazione.....	63
5.9.3	Soluzioni conformi per il livello di prestazione III	64
5.10	SICUREZZA DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI E DI SERVIZIO (CAPITOLO S.10)	65
5.10.1	Premessa	65
5.10.2	Livello di prestazione.....	65
5.10.3	Impianto elettrico, illuminazione e forza motrice, comando di emergenza	65
5.10.4	Impianto di illuminazione di sicurezza.....	66
5.10.5	Impianto di messa a terra	66
5.10.6	Impianti termici	66
6	PROGETTAZIONE DELLE AREE A RISCHIO SPECIFICO (RTV.1).....	67
7	AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE (RTV.2)	68
8	ASCENSORI (RTV.3)	69
8.1	PRESCRIZIONI PER GLI ASCENSORI DI TIPO SA (VANI APERTI)	69
8.2	ORGANIZZAZIONE E GESTIONE DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO	70
8.2.1	Generalità	70
8.2.2	Chiamata dei servizi di soccorso	70
8.2.3	Informazione e formazione del personale	70
8.2.4	Piano di emergenza ed evacuazione.....	70
8.2.5	Registro della sicurezza antincendio	71

8.2.6	<i>Segnaletica Di Sicurezza</i>	71
-------	---------------------------------------	----

ELENCO GAS			
	N BOMBOLE	lt bombola	tot lt
Argon	4	40	160
Argon compresso	2	40	80
Azoto alta portata	2	40	80
Elio alta portata	2	40	80
Aria cromatografica	1	40	40
Idrogeno	1	40	40
Acetilene	1	40	40
Argon + metano	2	40	80
Protossido d'azoto	0	40	0

Saranno presenti inoltre

- 1 bombola di gas propano/gpl da 10 o 25 litri per alimentazione dei bunsen
- 1 bombola di anidride carbonica tenuta probabilmente all'interno del locale di utilizzo (laboratorio per analisi legionella)

Tra le apparecchiature previste vi sono:

- Cromatografi liquidi
- Assorbimento atomico
- ICP-MS
- Gascromatografi
- Frigoriferi e congelatori
- Stufe
- Cappa chimiche ad estrazione
- Cappe biologiche a flusso laminare
- Incubatori
- Balance tecniche e analitiche
- Centrifughe
- Sonicatori
- miscelatori
- riscaldatori da banco e bagni termostatici
- microscopi normali e a fluorescenza
- sistemi per la produzione di acqua demineralizzata e deionizzata
- muffola

Si esclude quindi, ad oggi, l'assoggettabilità alle seguenti attività descritte nell'allegato 1 del DPR 151/2011

- Attività 10.1.B: Stabilimenti ed impianti ove si producono e/o impiegano, liquidi infiammabili e/o combustibili con punto di infiammabilità fino a 125 °C, con quantitativi globali in ciclo e/o in deposito da 1 a 50 mc.
- Attività 5.1.B: Depositi di gas comburenti compressi e/o liquefatti in serbatoi fissi e/o recipienti mobili per capacità geometrica complessiva da 3 a 10 mc.
- Attività 3.2.B: Depositi di gas infiammabili compressi in recipienti mobili con capacità geometrica complessiva da 0,75 a 10 mc.
- Attività 3.5.A : Depositi di gas infiammabili disciolti o liquefatti (GPL) in recipienti mobili, con massa complessiva da 75 a 300 kg.
- Attività 71.1.A: Ufficio con oltre 300 persone presenti







L'edificio sarà interamente occupato da personale dipendente, tirocinante e apprendista con piena conoscenza dei luoghi, la presenza di personale esterno è limitata. I piani dell'edificio con relativi affollamenti sono così riassunti:

La superficie lorda¹ dell'immobile si attesta sui 3162 m² così distribuiti:

PIANO	DESTINAZIONE	SUPERFICIE (mq)	AFFOLLAMENTO
SEMINTERRATO	Aree tecniche	1006	2
TERRA	uffici	1074	40
PRIMO	Ufficio e laboratori	1082	30

Il computo degli occupanti presenti viene effettuato per quanto da normativa ed in favore di sicurezza.

La valutazione del rischio incendio è condotta secondo il Codice di prevenzione incendi "COPI" (DM 03/08/2015) in quanto non risulta applicabile il DM 03/09/2021 "decreto Minicodice" per il mancato rispetto di almeno 1 dei seguenti requisiti (Allegato I _ art. 1 "campo di applicazione").

	affollamento complessivo < 100 occupanti (persone presenti a qualsiasi titolo all'interno dell'attività).
	superficie lorda complessiva <1.000 m ² ;
	piani situati a quota compresa tra -5 m e 24 m;
	non si detengono o trattano materiali combustibili in quantità significative (qf < 900 MJ/m ²)
	non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative;
	non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.

Il rischio incendio non può essere definito basso pertanto risulta rischio MEDIO e agli operatori addetti antincendio dovrà essere erogata una formazione antincendio conforme al livello 2 secondo DM 02/09/2021.

¹ Superficie lorda di un ambito: superficie in pianta compresa entro il perimetro interno che delimita l'ambito. Se l'ambito è multipiano o vi sono soppalchi si intende la somma delle superfici lorde di tutti i piani.

1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

DM 16/02/2007.	Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione.
DM 3 agosto 2015	Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139.
D.Lgs. 8/03/2006 n. 139	Riassetto delle disposizioni relative alle funzioni ed ai compiti del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, a norma dell'articolo 11 della legge 29 luglio 2003, n. 229
DM del 9/03/2007.	Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei vigili del fuoco.
DPR 01/08/2011 n. 151	Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi.
DM 7 AGOSTO 2012	Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e alla documentazione da allegare
DM 30/11/1983.	Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi.
DM 03/08/2015	Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139
DM 22/1/2008 n. 37	Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11 quattredices, comma 13, let. a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti degli edifici.
D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81	Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
DM del 7 gennaio 2005	Norme tecniche e procedurali per la classificazione ed omologazione di estintori portatili di incendio.
DM del 3 novembre 2004	Disposizioni relative all'installazione ed alla manutenzione dei dispositivi per l'apertura delle porte installate lungo le vie di esodo, relativamente alla sicurezza in caso d'incendio.
DM 02/09/2021	Criteri per la gestione dei luoghi di lavoro in esercizio ed in emergenza e caratteristiche dello specifico servizio di prevenzione e protezione antincendio, ai sensi dell'articolo 46, comma 3, lettera a), punto 4 e lettera b) del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81.
DM 03/09/2022	Criteri generali di progettazione, realizzazione ed esercizio della sicurezza antincendio per luoghi di lavoro, ai sensi dell'articolo 46, comma 3, lettera a), punti 1 e 2, del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81.
NORMA UNI 10779	Impianti di estinzione incendi, progettazione, installazione ed esercizio
NORMA UNI 9795	Impianti di rivelazione fumo e calore, progettazione, installazione ed esercizio
DM del 20 dicembre 2012	Progettazione, costruzione, esercizio e manutenzione degli impianti di protezione attiva contro l'incendio.
DM 12/04/2019 e DM 19/10/2019	Aggiornamenti relativi al DM 03 agosto 2015

1.2 TERMINI E DEFINIZIONI

I termini le definizioni e le tolleranze adottate sono quelli del DM 03/08/2015 e s.m.i.

1.3 RINVIO A DISPOSIZIONI E CRITERI DI PREVENZIONE INCENDI

Per le aree e impianti a rischio specifico classificate come attività soggette a controllo ai sensi del DPR 151/2011, salvo quanto diversamente previsto nella presente regola tecnica, si applicano le specifiche disposizioni di prevenzione incendi o, in mancanza di esse, i criteri tecnici generali di prevenzione incendi di cui all'art. 15 del D.Lgs n. 139/2006.

2 DESCRIZIONE AZIENDA ED ANALISI ATTIVITÀ

2.1 GENERALITÀ

Azienda (ragione sociale)	ATS INSUBRIA Ricollocazione del Laboratorio Medico e Chimico presso il Pad. Monteggia, all'interno del complesso ex O.N.P. di Varese – Via Ottorino Rossi n. 9
Affollamento	Max 72

2.1.1 Descrizione attività

L'attività che verrà svolta presso l'immobile oggetto di valutazione è quella afferente ai laboratori chimico e medico, con tutte le necessarie attrezzature e macchine nonché impianti specifici.

È previsto inoltre di posizionare le nuove rampe per i gas puri a servizio dei laboratori in area interna collocata al piano seminterrato dell'edificio, con accesso da esterno.

Le linee dei gas tecnici sono posate in facciata tra le finestre, ricoperte da lamiera striata in modo da assicurare la necessaria ventilazione, che arrivano all'intradosso del soffitto del primo piano, da cui poi vengono distribuite verso i laboratori.

2.1.2 Affollamento

I fruitori dell'attività si suddividono in:

- Visitatori esterni che possono accedere alla struttura per attività manutentive o lavorative proprie
- Occupanti abituali impiegati nei vari ambienti di laboratorio e studio

La superficie totale dell'intera attività (calcolata ai fini della prevenzione incendi) è pari a 3162 mq

PIANO	DESTINAZIONE	SUPERFICIE (MQ)	AFFOLLAMENTO
SEMINTERRATO	Aree tecniche	1006	2
TERRA	uffici	1074	40
PRIMO	Ufficio e laboratori	1082	30

2.1.3 Ubicazione

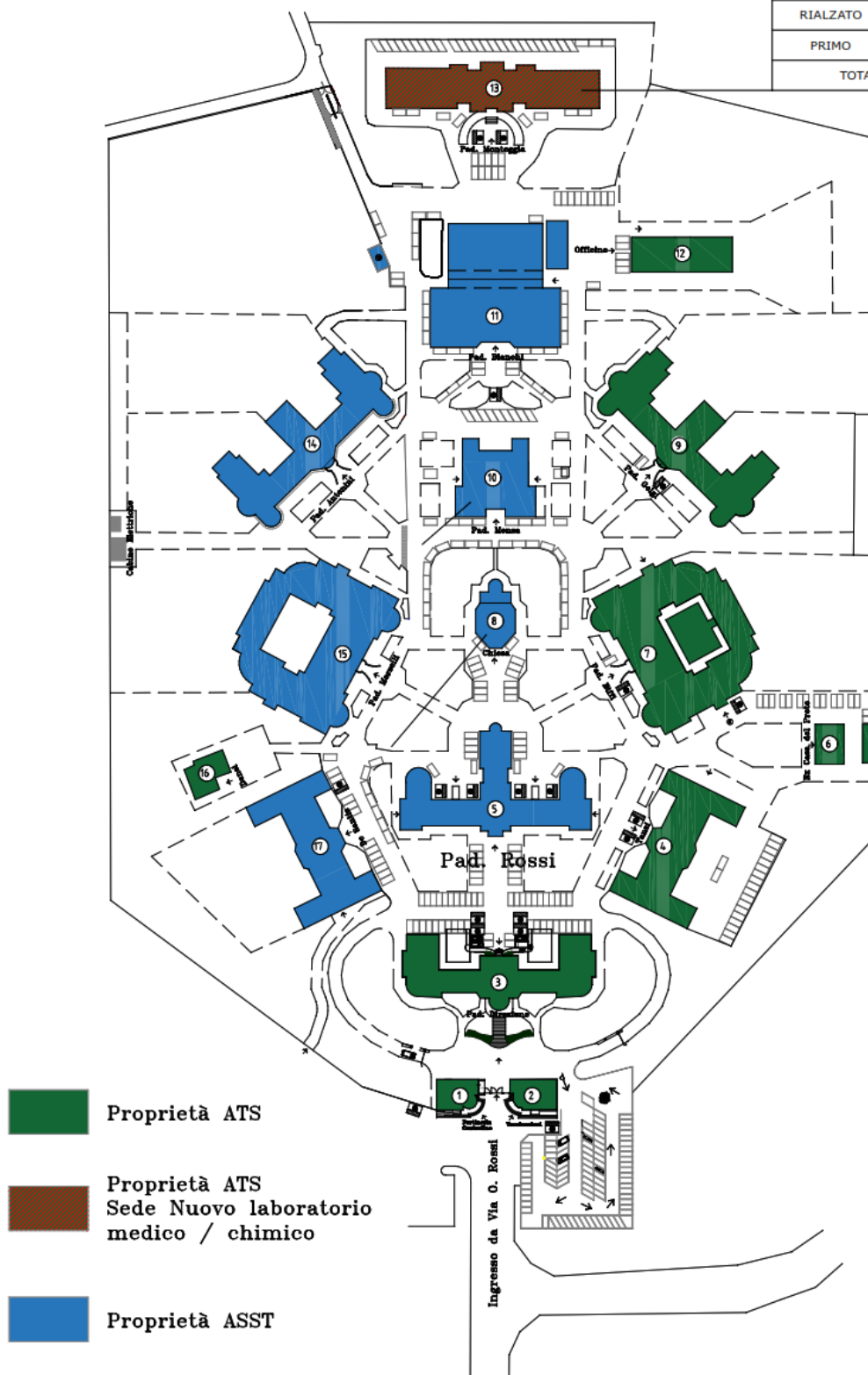
La struttura, accessibile da Via O. Rossi può essere raggiunta dalle vie di circolazione interne del plesso Ec ONP.

Area Ex ONP

Via O. Rossi n. 9 - 21100 Varese

PAD. MONTEGGIA (ATS)

PIANO	SUPERFICIE NETTA
RIALZATO	985 MQ
PRIMO	964 MQ
TOTALE	1.949 MQ



2.2 CARATTERISTICHE STRUTTURALI

L'edificio, in muratura, ospiterà i nuovi laboratori ATS

La struttura si trova all'interno dell'ex ONP di Varese e si sviluppa su due piani più un seminterrato, la pavimentazione è in ceramica e marmo ed i serramenti sono in alluminio.

Il padiglione è dotato di due scale in muratura, e un ascensore a norma anche per il trasporto di persone disabili. Le scale sono munite di porte REI che permettono in caso di incendio la compartimentazione rispetto ai piani.

2.3 IMPIANTI

Termico:

impianto a caloriferi alimentati da sottostazione di teleriscaldamento.

Ventilazione naturale:

strutturalmente sono presenti aperture che forniscono aerazione naturale diretta conforme ai parametri stabiliti dal regolamento comunale di igiene.

Si specifica che il piano terra, non oggetto d'intervento, non risulta essere condizionato o raffrescato.

Elettrico:

impianto elettrico esistente dotato di certificato, è provvisto di impianto messa a terra, la cui comunicazione è stata trasmessa agli enti competenti; il quadro elettrico generale si trova al piano seminterrato, ai piani sono installati quadri di zona;

Nella sede sarà rivisto impianto elettrico del piano primo e del piano seminterrato (solo per la parte oggetto di intervento)

Rilevazione fumo e segnalazione allarme incendio

i magazzini, gli archivi, e le aree "sensibili" sono dotati di impianto automatico di rilevazione incendi

impianto antincendio a idranti

è presente un impianto antincendio a idranti UNI 45 su tutti i piani

3 VALUTAZIONE DEL RISCHIO INCENDIO

3.1 INDIVIDUAZIONE DEI PERICOLI DI INCENDIO E LORO CONTESTO

L'impiego di sostanze chimiche nei laboratori coinvolge figure professionali diverse, con preparazione non sempre specifica (tirocinanti, tesisti, specializzandi). Le sostanze chimiche possono essere fonte di pericolo ed i relativi rischi devono essere controllati in modo da aumentare la qualità e la sicurezza delle attività di laboratorio.

Gli effetti sulla salute che possono verificarsi a seguito di eventi espositivi sono i più diversi, fortemente condizionati dal tipo di agente chimico con cui si viene in contatto e dalle condizioni di esposizione che si realizzano; l'utilizzo di sostanze e miscele in questo particolare contesto lavorativo porta l'operatore a contatto con volumi comunemente ridotti di sostanze con pericolosità diverse, che sono spesso adoperate in miscela, realizzando, così, esposizioni ad agenti multipli ma a basse dosi. Molti prodotti chimici e molte operazioni che si compiono in laboratorio sono in effetti "pericolose".

2.1.1 Utilizzo di agenti chimici infiammabili

I locali adibiti ad ufficio presentano modesti quantitativi di materiale cartaceo (in genere raccolte di documenti, ecc.) sistemati in armadi presenti nelle aree di lavoro. Considerato che nei locali professionali (assimilabili ad ufficio) non vengono svolte particolari attività con rischio di innesco, si rileva che le possibili sorgenti d'innesco possono essere per lo più di natura elettrica o dolosa; in tutti i locali vige il divieto di fumo ed esiste un preposto alla sorveglianza di tale divieto.

In merito alle cause elettriche, la prima condizione da rispettare è la realizzazione a regola d'arte dell'impianto elettrico; una condizione necessaria affinché l'impianto elettrico sia a regola d'arte è che sia dotato di Dichiarazione di Conformità ai sensi del DM. 37/08.

In relazione alle possibili sorgenti d'innesco di natura elettrica, è previsto che nei locali dell'ufficio le apparecchiature elettriche dotate di sistema di raffreddamento mediante ventilazione, dovranno essere stabilmente collocate in maniera tale che le aperture di ventilazione non risultino ostruite.

Tali apparecchiature dovranno essere mantenute in buono stato di manutenzione, con speciale riguardo alle parti relative a spine, cavi e, ove presenti, quadri di comando.

L'utilizzo di prolunghe potrà essere consentito, a condizione che non vengano sovraccaricate le prese.

Le prese di tipo volante debbono essere fissate a strutture solide ed in posizione tale da non creare intralcio e da non poter essere urtate dal personale presente.

A fine giornata è necessario effettuare lo spegnimento di tutte le apparecchiature elettriche per le quali non sia prevista la continuità di servizio.

L'impianto elettrico dovrà essere mantenuto in efficienza ed in buono stato di conservazione tramite i necessari interventi programmati di manutenzione.

I locali destinati ad ospitare laboratori chimici e medici che impiegano gas tecnici anche combustibili come idrogeno e acetilene, asfissianti (come argon azoto o anidride carbonica), comburenti (come l'ossigeno), sono occupati da personale competente e formato sui rischi legati alla manipolazione di tali agenti chimici.

I lavori di indagine quali/quantitativa nei laboratori sono di norma standardizzati e noti, i quantitativi limitati. Diversamente dagli ambiti di ricerca, in questi laboratori è in uso il bunsen come sistema di per condurre alcuni test o prove.

L'uso di gas all'interno è quindi disciplinato dalle specifiche norme tecniche UNI-CIG di riferimento che ne stabiliscono i requisiti di aerazione naturale e supervisione attraverso rivelazione gas specifica. I criteri di sicurezza legati all'impiego di fiamme libere sono oggetto di procedura specifica.

Nella trattazione dei pericoli di incendio è necessario però distinguere fra "pericolo" e "rischio".

- La **pericolosità** di un prodotto chimico e/o di una operazione è rappresentata dalla loro capacità intrinseca di causare effetti nocivi sugli esseri umani e sull'ambiente.
- Il **rischio** è la probabilità che tali effetti si verifichino.

Noi è possibile modificare la pericolosità di un dato prodotto o di un processo; possiamo però minimizzare (idealmente, annullare) i rischi connessi con il suo impiego.

Tra i rischi più comuni vi sono:

- **Rischi di tipo igienico ambientale** (rischi per la SALUTE-malattie croniche o acute): esposizione acuta o prolungata ad agenti e/o fattori nocivi potenzialmente presenti nell'ambiente di lavoro a valori tali da alterare i normali parametri igienico ambientali del luogo di lavoro con effetti nocivi sulla salute degli operatori esposti.
- **Rischi di tipo infortunistico** (rischi per la SICUREZZA-infortuni o morte) quali:
 - Rischi di lesioni per ferite da taglio
 - Rischi di lesioni da ustioni termiche
 - Rischi di lesioni connesse all'impiego di apparecchiature operanti sotto pressione o vuoto
 - Rischi di lesioni da elettrocuzione
 - Rischi di lesioni dovute a manipolazione di sostanze chimiche (acidi, basi, miscele criogeniche, ecc..)
 - **Rischi da incendio ed esplosione**
 - Rischi da contatto, ingestione, inalazione di sostanze corrosive e/o tossiche e/o irritanti
- **Rischi di tipo biologico** (rischi per la SALUTE-malattie croniche o acute)
 - Agenti di tipo chimico: esposizione per contatto e/o ingestione e/o inalazione, di gas, vapori, fumi, nebbie e polveri di sostanze inquinanti)
 - Agenti di tipo fisico: esposizione a rumore, vibrazione, ultrasuoni, parametri microclimatici alterati, radiazioni ionizzanti e non ionizzanti, ottiche, radiofrequenze, microonde, carichi manuali)
 - Agenti biologici: asciti, mog, colture cellulari in genere, muffe, parassiti

Dei rischi precedentemente citati saranno considerati quelli legati all'incendio e all'esplosione e le loro conseguenze ambientali derivanti.

Presso la struttura l'accesso ai laboratori è disciplinato da procedure interne alle quali tutti coloro che vi accedono devono attenersi.

Per quanto riguarda, per esempio il rischio incendio si cita un estratto delle procedure:

"Per ridurre i rischi di innesco, sviluppo di incendio ed esplosione, per eliminare il rischio di esposizione a sostanze pericolose, le reazioni chimiche con sviluppo di gas o vapori pericolosi, l'uso di apparecchiature che possono liberare nell'ambiente fumi, gas o vapori, il travaso o prelievo di solventi, specie se volatili, per le quantità strettamente necessarie allo svolgimento delle attività di laboratorio, devono essere effettuati, esclusivamente, all'interno della cappa chimica (confinamento in un ambiente delimitato e adeguatamente ventilato).

La cappa chimica è infatti un dispositivo di protezione collettiva utilissimo in qualsiasi situazione, permette di contenere gli agenti chimici all'interno, di non propagare le fiamme essendo realizzata in materiali incombustibili.

Quindi non possono sussistere rischi? Assolutamente no, i rischi residui rimangono e sono oggetto di discussione nei prossimi paragrafi, tuttavia non si prevedono danni estesi o che possono propagarsi ad altri locali vicini.

Particolare attenzione deve essere posta nell'utilizzo di estinguenti a base acquosa soprattutto quanto si manipolano prodotti chimici che danno una reattività con tale elemento. In particolare,

possono esservi materiali in classe D o reagenti che possono reagire violentemente con acqua. Sono sempre detenuti in piccole quantità ma sia l'operatore che l'addetto antincendio devono prestare attenzione nelle fasi di spegnimento, talvolta è sufficiente soffocare l'incendio con semplici coperchi di vetro o tappi di palloni di reazione.

3.2 DETERMINAZIONE QUANTITÀ E TIPOLOGIA DEGLI OCCUPANTI

Per quanto concerne il numero degli occupanti è stato già trattato l'affollamento nei paragrafi precedenti.

Per quanto riguarda la tipologia, si tratta di persone che sono in stato di veglia e che conoscono bene i luoghi e gli impianti.

3.3 INDIVIDUAZIONE DEI BENI ESPOSTI ALL'INCENDIO

I beni detenuti sono costituiti da arredi con specifica caratteristica di reazione al fuoco come indicato nei paragrafi successivi.

Le procedure interne richiedono di detenere lo stretto minimo indispensabile per quanto concerne liquidi infiammabili. Tali prodotti sono prevalentemente detenuti in armadi resistenti al fuoco, come anche previsto dalla Guida CEI 31-35 citata nell'allegato tecnico del rischio esplosione.

Il materiale cartaceo conservato negli uffici è limitato e stoccato in armadi.

Tutti i dati importanti per le attività lavorative sono di norma conservati su server con sistemi di backup situati in luoghi diversi da quello della sede.

3.4 METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO INCENDIO

Nella valutazione dei rischi è indispensabile definire uno standard di riferimento che dia la soglia minima di accettabilità per una certa area dotata di una serie di dispositivi specifici. Nel caso in oggetto le normative di riferimento sono sia di carattere nazionale sia soprattutto di carattere internazionale.

L'analisi qui sviluppata fa riferimento alla valutazione dei rischi secondo la **UNI ISO 16732:2020 – Fire Risk Assessment**. Questo documento viene utilizzato dai professionisti della sicurezza antincendio in ambito internazionale per la rappresentazione matematica dell'incertezza e la valutazione del rischio in ambito antincendio. Secondo questo documento normativo internazionale, la valutazione del rischio è principalmente costituita da due fasi:

- 1) la prima è indirizzata alla definizione di un contesto, compresi gli obiettivi di sicurezza antincendio da soddisfare e le relative ipotesi associate al contesto stesso;
- 2) la seconda fase invece è finalizzata all'identificazione dei vari rischi e la loro analisi.

La matrice del rischio è uno strumento efficace per la valutazione del rischio considerando la probabilità rispetto alla gravità legata ai potenziali rischi di un progetto, prodotto o procedura. Una matrice di rischio è una rappresentazione visiva dei rischi associati a un particolare processo volta alla preparazione di un piano di mitigazione degli effetti e il conseguente processo decisionale. Si tratta dunque di uno strumento che aiuta a ridurre l'impatto del rischio che altrimenti potrebbe comportare effetti negativi o indesiderati per l'azienda.

La matrice è costituita da una griglia, con le probabilità dell'accadimento su un asse e la corrispettiva magnitudo sull'altro asse.

Nella matrice di rischio proposta per questo studio, si sono voluti individuare i seguenti **livelli di rischio**:

- ✓ **Rischi critici, estremi o ad alta priorità:** questi rischi hanno un elevato richiamo all'azione. Rappresentano una priorità assoluta e devono essere presi immediatamente in considerazione.

- ✓ **Rischi gravi:** sono rischi elevati, ma generalmente classificati più in basso rispetto alla cella di rischio "estremo" vista precedentemente.
- ✓ **Rischi moderati o di livello medio:** Non hanno la massima priorità e sono associati all'elaborazione di una strategia alternativa da definire e sviluppare per superare eventuali blocchi o impedimenti durante il ciclo di vita di un progetto.
- ✓ **Rischi minori:** questi rischi indicano un peso ridotto nella matrice di valutazione del rischio, che tuttavia, devono essere analizzati dopo che gli altri rischi associati allo studio e di livello maggiore, sono stati mitigati.

Alla valutazione delle conseguenze di cui si è detto sopra segue la valutazione degli aspetti di **probabilità di accadimento** degli eventi incidentali identificati; anche in questo caso si possono definire alcuni livelli di riferimento che, nello studio presente, sono stati ipotizzati in quattro livelli:

- ✓ **Improbabile:** è un evento che dipende dal verificarsi di numerose e diverse manifestazioni sfavorevoli (o dannose), che devono avvenire contemporaneamente e che di base sono tra di loro indipendenti.
- ✓ **Poco probabile:** è un evento che dipende dal verificarsi di numerose manifestazioni sfavorevoli (o dannose), che devono avvenire contemporaneamente, e che sono dipendenti tra di loro dipendenti.
- ✓ **Probabile:** è un evento che dipende dal verificarsi da una o più manifestazioni sfavorevoli (o dannose), che devono avvenire contemporaneamente, e che sono dipendenti tra di loro in quanto l'evento si è già verificato in passato.
- ✓ **Molto probabile:** Un evento che dipende dal verificarsi da una o più manifestazioni sfavorevoli (o dannose), che in quel momento si sono verificate contemporaneamente, e che sono totalmente dipendenti tra di loro in quanto l'evento si è già verificato più volte in passato.

In base ai valori attribuiti alle due variabili di probabilità e di gravità del danno ipotizzato, il rischio è numericamente definito con una scala crescente dal valore 1 al valore 16 secondo la matrice riportata qui sotto.

Scala di probabilità	Scala di gravità				
		lieve	medio	grave	estremo
	improbabile	1	2	3	4
	Poco probabile	2	4	6	8
	probabile	3	6	9	12
	Molto probabile	4	8	12	16

Il rischio è stato poi volutamente diviso in base al danno che può essere generato verso gli occupanti o verso i beni materiali.

Si è voluta dare questa distinzione per enfatizzare il diverso peso che può avere un determinato fattore probabilistico su questi due parametri.

Questa codificazione costituisce il punto di partenza per la definizione delle priorità e per la programmazione degli interventi di protezione e di prevenzione da adottare.

Dopo aver analizzato il rischio, questo può rientrare in una di queste tre zone:

VALORE R	VALUTAZIONE DEL RISCHIO	AZIONI	TEMPI ATTUAZIONE
$12 \leq R \leq 16$	ALTO	La situazione a rischio è da trattarsi con la massima urgenza: individuare e programmare miglioramenti con interventi di protezione e prevenzione per ridurre sia la probabilità che il danno potenziale	Massima Urgenza, immediatamente
$4 \leq R \leq 9$	MEDIO	La situazione di rischio è significativa, necessita l'attuazione di misure di protezione e prevenzione per ridurre prevalentemente la probabilità o il danno potenziale	Nel breve periodo (entro 6 mesi)
$R \leq 3$	BASSO	La situazione di rischio non è prioritaria. Necessita tuttavia di misure secondo il caso. Verificare costantemente che i pericoli potenziali siano sotto controllo	Nel medio Periodo (entro 12 mesi)

Queste zone rendono più facile la lettura del risultato ottenuto dalla valutazione del rischio dando una divisione netta per quanto riguarda le priorità ed i passi futuri che devono essere presi.

È possibile ricavare la stima del rischio come il prodotto tra la magnitudo (gravità del danno) e della probabilità del suo accadimento.

Si riportano di seguito le tabelle di valutazione dei possibili danni che possono seguire un evento incendio non controllato e la tabella delle probabilità di accadimento di un dato evento, come adottate nel presente documento.

MAGNITUDO		
VALORE	LIVELLO	DESCRIZIONE
1	LIEVE	Esposizione al danno ma con effetti rapidamente reversibili e di lieve entità, quali: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Nessun infortunio a personale. ✓ Nessun danno fisico ad apparecchiature utilizzate. ✓ Breve interruzione dell'attività svolta (<1 ora).
2	MEDIO	Esposizione acuta al danno ma dagli effetti reversibili in breve tempo. Ad esempio: <ul style="list-style-type: none"> ✓ infortunio a personale con effetti di inabilità ma rapidamente reversibile. ✓ Lieve danno fisico ad apparecchiature utilizzate ma senza comprometterne il funzionamento. ✓ Breve interruzione dell'attività svolta (<1 giorno).
3	GRAVE	Esposizione acuta al danno ma dagli effetti non reversibili o reversibili ma dopo lungo tempo di immobilità. Ad esempio: <ul style="list-style-type: none"> ✓ infortunio a personale con effetti di inabilità o parzialmente invalidanti reversibili nel tempo. ✓ Danno fisico ad apparecchiature con conseguente malfunzionamento. ✓ interruzione dell'attività svolta (<1 settimana).
4	ESTREMO	Esposizione acuta al danno con effetti irreparabili. Ad esempio: <ul style="list-style-type: none"> ✓ infortunio a personale con effetti letali o d'inabilità irreversibile nel tempo ✓ Danno fisico ad apparecchiature con conseguente rottura irreparabile interruzione dell'attività svolta (>1 settimana)

Tabella 1 Valori della magnitudo

PROBABILITÀ		
VALORE	LIVELLO	DESCRIZIONE
1	IMPROBABILE	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Non sono noti episodi simili già verificati ✓ Il verificarsi del danno ipotizzato risulterebbe poco credibile ✓ Avvenimento in concomitanza di più eventi indipendenti tra loro
2	POCO PROBABILE	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Avvenimento in circostanze "sfortunate" di uno o più eventi ✓ Sono noti rari episodi già verificati ✓ Il verificarsi del danno ipotizzato susciterebbe sorpresa
3	PROBABILE	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evento già noto in passato ✓ Il verificarsi del danno ipotizzato non susciterebbe alcun stupore
4	MOLTO PROBABILE	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Esiste una relazione diretta tra la mancanza rilevata e il danno ipotizzato ✓ Si sono già verificati episodi simili ✓ Il verificarsi del danno ipotizzato non susciterebbe alcun stupore

Tabella 2 Valori della probabilità dell'avvenuto accadimento

3.5 ANALISI DEGLI SCENARI DI INCENDIO

I fattori che condizionano uno sviluppo di incendio sono svariati e legati alla presenza di combustibili in determinato stato fisico, di ventilazione (aperture sulle pareti), compartimentazione.

Viste queste premesse consideriamo alcuni scenari considerabili critici nello sviluppo di un incendio:

A. Incendio generico all'interno di un locale presidiato della sede

L'incendio di un locale presidiato per le cause viste in precedenza comporterebbe l'avvio immediato delle operazioni di esodo e di intervento degli addetti antincendio.

La presenza di rivelatori di fumo in tutti gli ambienti garantisce una rapida rivelazione dell'incendio e della sua localizzazione.

Ne consegue la rapida attivazione delle squadre di emergenza.

Potrebbe quindi generarsi del panico, gestibile, anche considerando la presenza di corridoi ciechi limitati e di due vie di esodo protette.

Può essere necessario l'intervento della squadra antincendio nell'assistere l'esodo di tutti gli occupanti soprattutto dai piani superiori.

La perdita di beni può essere rilevante anche per i danni indiretti causati dalla fuliggine.

B. Incendio generatosi all'esterno dell'attività con coinvolgimento struttura

Rispetto allo scenario precedente l'incendio si genera all'esterno dell'edificio per motivi indipendenti dalle attività condotte nella sede (per esempio incendio vettura, incendio altro edificio contiguo, terremoto, ecc..). In questo caso l'utenza si accorge dell'incendio da allarmi generici esterni o al seguito di scoppi ed esplosioni.

Tutto il personale potrà comunque raggiungere e condurre i residenti verso le vie di fuga e il luogo sicuro esterno.

C. Incendio generatosi all'interno di un locale NON presidiato

La situazione peggiore tra quelle ipotizzate è quella di un incendio che si sviluppa in un ambiente chiuso, non presidiato, il personale si accorge dell'incendio solo successivamente per la presenza di fumo. La presenza di rivelatori automatici di fumo è di assoluta utilità per attivare prontamente le squadre di soccorso e fermare l'incendio alle sole fasi iniziali caratterizzate dalla curva di evoluzione dell'incendio come fasi di innesco e propagazione. Lo scenario di esodo ipotizzabile è quello per il caso A.

D. Incendio generatosi durante attività di manutenzione condotte da terzi

Questo scenario prevede un innesco generato durante una attività di manutenzione ordinaria o straordinaria dell'immobile.

La lavorazione può richiedere l'utilizzo di attrezzature con produzione di calore e scintille (mole, saldatrici, cannello, ecc..) e inavvertitamente si produce l'innesco di un materiale combustibile.

La presenza dell'operatore e di dispositivi di protezione attiva rende immediato l'intervento bloccando l'evoluzione dell'incendio alla sola fase dell'innesco. Non si raggiunge il flash over e la situazione viene ricondotta alla normalità.

È necessario attivare misure per prevenire rischi di questo tipo attraverso DUVRI e permessi di lavoro a caldo con supervisione continua degli addetti preposti.

E. Incendio interno ad un laboratorio, sotto cappa aspirata con presidio

L'incendio che può verificarsi in un laboratorio, è un evento raro ma non impossibile, può trovare spazio di norma sotto cappa chimica per cause svariate, da reazioni chimiche eccessivamente esotermiche, da utilizzo di manti riscaldanti e solventi infiammabili (piccoli volumi), da utilizzo di catalizzatori, utilizzo di riducenti forti con potenziale sviluppo di idrogeno, ecc..

Gli effetti, tuttavia, come accennato in precedenza, sono di live entità e di norma l'operatore riesce a porvi rimedio con accorgimenti quali chiusura del contenitore (soffocamento fiamme), arresto della sorgente di calore, uso di estintore, ecc...

F. Scoppio recipiente in pressione (bombola) contenente liquido o gas infiammabile con conseguente incendio.

Questo scenario è estremamente raro in primis per la tipologia di impianti presenti e per la quasi totale assenza di bombole in pressione all'interno dei laboratori.

La scelta tecnica è quella di realizzare stoccaggi in appositi luoghi (deposito bombole piano seminterrato), ventilati naturalmente. La distribuzione dei gas avviene mediante rampe e linee esterne prive di giunti e flange.

I gas presenti sono costituiti da:

- idrogeno e acetilene per il funzionamento di strumenti analitici e per reazioni chimiche (anche se sovente è preferibile produrlo in situ)
- argon o azoto gassosi per inertizzare le reazioni o per flussare le tubazioni.
- Azoto liquido come criogenico per condurre attività a bassa temperatura
- Elio
- Aria cromatografica
- Argon + metano
- Protossido d'azoto

Dei gas citati, quello più pericoloso è sicuramente l'idrogeno, per la sua bassa densità relativa rispetto all'aria e l'ampio campo di infiammabilità, così come l'acetilene.

Di norma negli ambienti in cui vi è impiego costante di idrogeno e altri gas infiammabili vi è sempre un presidio fisso di rivelatori gas interbloccate con valvole esterne.

Tra questi ambienti figurano per esempio i laboratori di gascromatografia.

Lo scoppio del recipiente potrebbe verificarsi per una causa esterna, incendio primario che surriscalda il recipiente dando origine ad un cedimento strutturale della bombola con emissione di gas infiammabile che si innesca.

3.6 STIMA DEL RISCHIO

Nella seguente tabella vengono stimati i livelli di rischio associati ai possibili scenari individuati, basandosi sulle tabelle di valutazione di probabilità e conseguenza precedentemente illustrate.

RISCHIO – PRIORITA'					
SCENARIO	PROBABILITÀ	DANNO VITA	DANNO BENI	R _{VITA}	R _{BENI}
a) INCENDIO GENERATOSI ALL'INTERNO DI UN LOCALE PRESIDATO	IMPROBABILE (1)	MEDIO (2)	MEDIO (2)	(BASSO) 2	(BASSO) 2
b) INCENDIO GENERATOSI ALL'ESTERNO DELLA STRUTTURA	IMPROBABILE (1)	MEDIO (2)	MEDIO (2)	(BASSO) 3	(BASSO) 2
c) INCENDIO GENERATOSI ALL'INTERNO DI UN LOCALE <u>NON</u> PRESIDATO	POCO PROBABILE (2)	GRAVE (3)	MEDIO (2)	(MEDIO) 6	(MEDIO) 4
d) INCENDIO GENERATOSI DURANTE ATTIVITÀ DI MANUTENZIONE CONDOTTE DA TERZI	IMPROBABILE (1)	MEDIO (2)	MEDIO (3)	(BASSO) 2	(BASSO) 3
e) INCENDIO INTERNO AD UN LABORATORIO, SOTTO CAPPASPIRATA CON PRESIDIO	POCO PROBABILE (2)	Medio (2)	Medio (2)	(medio) 4	(medio) 4
f) SCOPPIO RECIPIENTE IN PRESSIONE (BOMBOLA) CONTENENTE LIQUIDO O GAS INFIAMMABILE CON CONSEGUENTE INCENDIO	Improbabile (1)	Estremo (4)	Grave (3)	(medio) 4	(basso) 3

4 PROGETTAZIONE ANTINCENDIO

La determinazione dei profili di Rischio Attività avviene tenendo in considerazione una progettazione basata su obiettivi di sicurezza, seguendo le linee guida secondo cui:

1. Progettare la sicurezza antincendio di un'attività significa individuare le soluzioni tecniche finalizzate al raggiungimento degli obiettivi primari della prevenzione incendi, che sono:
 - a) *sicurezza della vita umana,*
 - b) *incolumità delle persone,*
 - c) *tutela dei beni e dell'ambiente.*
2. Gli obiettivi primari della prevenzione incendi si intendono raggiunti se le attività sono progettate, realizzate e gestite in modo da:
 - a) *minimizzare le cause di incendio o di esplosione;*
 - b) *garantire la stabilità delle strutture portanti per un periodo di tempo determinato;*
 - c) *limitare la produzione e la propagazione di un incendio all'interno dell'attività;*
 - d) *limitare la propagazione di un incendio ad attività contigue;*
 - e) *limitare gli effetti di un'esplosione*

La Definizione dei profili di rischio si attua, quindi al fine di identificare:

- ✓ *Rvita:* *profilo di rischio relativo alla salvaguardia della vita umana;*
- ✓ *Rbeni:* *profilo di rischio relativo alla salvaguardia dei beni economici;*
- ✓ *Rambiente:* *profilo di rischio relativo alla tutela dell'ambiente.*

Dove:

- Il profilo di rischio *Rvita* è attribuito per ciascun'area dell'attività (cfr. paragrafo G.3.2)
- I profili di rischio *Rbeni* e *Rambiente* sono attribuiti per l'intera attività (cfr. paragrafi G.3.3 e G.3.4)

Si procede pertanto alla definizione dei profili di rischio secondo la metodologia descritta nel paragrafo G.3.2. del Codice, quindi con attribuzione dei profili di *Rvita* per i singoli compartimenti dell'attività, da cui deriveranno i *livelli di prestazione* delle varie misure della *strategia antincendio*, come sarà sviluppato nel proseguo.

4.1 DETERMINAZIONE DEI PROFILI DI RISCHIO ATTIVITÀ (CAPITOLO G.3)

4.1.1 Profilo Rischio Rvita

Si procede pertanto alla definizione dei profili di rischio secondo la metodologia descritta nel paragrafo G.3.2. del codice, quindi con attribuzione dei profili di Rvita.

Caratteristiche prevalenti degli occupanti δ_{occ}		Esempi
A	Gli occupanti sono in stato di veglia ed hanno familiarità con l'edificio	Ufficio non aperto al pubblico, scuola, autorimessa privata, centro sportivo privato, attività produttive in genere, depositi, capannoni industriali
B	Gli occupanti sono in stato di veglia e non hanno familiarità con l'edificio	Attività commerciale, autorimessa pubblica, attività espositiva e di pubblico spettacolo, centro congressi, ufficio aperto al pubblico, ristorante, studio medico, ambulatorio medico, centro sportivo pubblico
C	Gli occupanti possono essere addormentati: [1]	
Ci	• in attività individuale di lunga durata	Civile abitazione
Cii	• in attività gestita di lunga durata	Dormitorio, residence, studentato, residenza per persone autosufficienti
Ciii	• in attività gestita di breve durata	Albergo, rifugio alpino
D	Gli occupanti ricevono cure mediche	Degenza ospedaliera, terapia intensiva, sala operatoria, residenza per persone non autosufficienti e con assistenza sanitaria
E	Occupanti in transito	Stazione ferroviaria, aeroporto, stazione metropolitana
[1] Quando nel presente documento si usa C la relativa indicazione è valida per Ci, Cii, Ciii		

Tabella G.3-1: Caratteristiche prevalenti degli occupanti

δ_a	t_a [1]	Criteri
1	600 s lenta	Ambiti di attività con carico di incendio specifico $q_f \leq 200 \text{ MJ/m}^2$, oppure ove siano presenti prevalentemente materiali o altri combustibili che contribuiscono in modo trascurabile all'incendio.
2	300 s media	Ambiti di attività ove siano presenti prevalentemente materiali o altri combustibili che contribuiscono in modo moderato all'incendio.
3	150 s rapida	Ambiti con presenza di significative quantità di materiali plastici impilati, prodotti tessili sintetici, apparecchiature elettriche e elettroniche, materiali combustibili non classificati per reazione al fuoco (capitolo S.1). Ambiti ove avvenga impilamento verticale di significative quantità di materiali combustibili con $3,0 \text{ m} < h \leq 5,0 \text{ m}$ [2]. Stoccaggi classificati HHS3 oppure attività classificate HHP1, secondo la norma UNI EN 12845. Ambiti con impianti tecnologici o di processo che impiegano significative quantità di materiali combustibili. Ambiti con contemporanea presenza di materiali combustibili e lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
4	75 s ultra-rapida	Ambiti ove avvenga impilamento verticale di significative quantità di materiali combustibili con $h > 5,0 \text{ m}$ [2]. Stoccaggi classificati HHS4 oppure attività classificate HHP2, HHP3 o HHP4, secondo la norma UNI EN 12845. Ambiti ove siano presenti o in lavorazione significative quantità di sostanze o miscele pericolose ai fini dell'incendio, oppure materiali plastici cellulari/espansi o schiume combustibili non classificati per la reazione al fuoco.
A meno di valutazioni più approfondite da parte del progettista (es. dati di letteratura, misure dirette, ...), si ritengono <i>non significative</i> ai fini della presente classificazione almeno le quantità di materiali nei compartimenti con carico di incendio specifico $q_f \leq 200 \text{ MJ/m}^2$. [1] Velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio. [2] Con h altezza d'impilamento.		

Tabella G.3-2: Velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio

L'attività, come da definizioni presenti nella tabella G.3-1, risulta frequentata prevalentemente da occupanti:

- Che sono in stato di veglia ed hanno familiarità con l'edificio in quanto operatori dello stesso e da visitatori esterni saltuari che non hanno familiarità con la struttura **$\delta_{occ} = A$**

Per quanto concerne la velocità di crescita dell'incendio risulta media, pari a **$\delta_a = 2$ media** nei compartimenti ospitanti uffici e produzione, infatti, nella tabella G.3-2, va considerata la presenza di materiali che contribuiscono in modo moderato all'incendio.

Nei laboratori, la presenza di materiali incombustibili e di armadi per lo stoccaggio di prodotti chimici permette di controllare eventuali sviluppi di incendio.

Si conferma quindi una velocità media (300 s) per tutti gli ambiti dell'attività.

Dalla commistione di queste caratteristiche e dalla loro importanza la determinazione del **Profilo di rischio R_{vita}** porta ai risultati seguenti:

DENOMINAZIONE	DESTINAZIONE D'USO	δ_{occ}	δ_a	R_{vita}
INTERO EDIFICIO	Spazi Comuni, uffici, laboratori	A	2	A2

4.1.2 Profilo Rischio R_{beni}

L'attribuzione del **profilo di rischio beni, R_{beni}** , secondo quanto indicato nel paragrafo G.3.3, tabella G.3-5, viene effettuato per l'attività nella sua interezza, in considerazione della tipologia di costruzione, e non per singoli compartimenti.

		Attività o ambito vincolato	
		No	Sì
Attività o ambito strategico	No	$R_{beni} = 1$	$R_{beni} = 2$
	Sì	$R_{beni} = 3$	$R_{beni} = 4$

Tabella G.3-5: Determinazione di R_{beni}

Nello specifico **l'edificio non è vincolato e non risulta essere strategico**, pertanto viene attribuito: **R_{beni} pari a 1**

4.1.3 Profilo Rischio $R_{ambiente}$

Anche per quanto concerne il rischio ambiente, come anticipato, viene considerata l'attività nella sua interezza a pari di quanto effettuato per il rischio beni.

Secondo indicazioni del "codice" per le attività civili quali strutture sanitarie, scolastiche, alberghiere, ecc..) il rischio **$R_{ambiente}$** è valutato ► = **non significativo**

DENOMINAZIONE	DESTINAZIONE D'USO	R_{vita}	R_{beni}	R_{amb}
INTERO EDIFICIO	Spazi Comuni, uffici, laboratori	A2	2	/

5 STRATEGIA ANTINCENDIO

In ragione del rischio di incendio precedentemente valutato (cfr. tabella riassuntiva sottostante), si individuano sinteticamente i punti della strategia che sarà necessario seguire in caso di incendio.

COMPARTIMENTO	DESCRIZIONE	Δ_{OCC}	ΔA	R_{VITA}	R_{BENI}	$R_{AMBIENTE}$
INTERO EDIFICIO	Spazi Comuni, uffici, laboratori	A	2	A2	1	/

5.1 REAZIONE AL FUOCO (CAPITOLO S.1)

5.1.1 Premessa

Per maggiore chiarezza dell'esposizione, vengono riportate dal codice sia le tabelle che riassumono i **livelli di prestazione introdotti dal Codice** per la presente **misura antincendio**, che le tabelle di attribuzione degli stessi livelli di prestazione, distinte per vie di esodo e gli ulteriori ambiti di attività.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Il contributo all'incendio dei materiali non è valutato
II	I materiali contribuiscono in modo significativo all'incendio
III	I materiali contribuiscono in modo moderato all'incendio
IV	I materiali contribuiscono in modo quasi trascurabile all'incendio
Per contributo all'incendio si intende l'energia rilasciata dai materiali che influenza la crescita e lo sviluppo dell'incendio in condizioni pre e post incendio generalizzato (flashover) secondo EN 13501-1.	

Tabella S.1-1: Livelli di prestazione

5.1.2 Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

Le tabelle S.1-2 ed S.1-3 riportano i criteri generalmente accettati per l'attribuzione dei singoli livelli di prestazione.

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Vie d'esodo [1] non ricomprese negli altri criteri di attribuzione.
II	Vie d'esodo [1] dei compartimenti con profilo di rischio R_{vita} in B1.
III	Vie d'esodo [1] dei compartimenti con profilo di rischio R_{vita} in B2, B3, Cii1, Cii2, Cii3, Ciii1, Ciii2, Ciii3, E1, E2, E3.
IV	Vie d'esodo [1] dei compartimenti con profilo di rischio R_{vita} in D1, D2.
[1] Limitatamente a vie d'esodo verticali, percorsi d'esodo (corridoi, atri, filtri, ...) e spazi calmi.	

Tabella S.1-2: Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione alle vie d'esodo dell'attività

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Locali non ricompresi negli altri criteri di attribuzione.
II	Locali di compartimenti con profilo di rischio R_{vita} in B2, B3, Cii1, Cii2, Cii3, Ciii1, Ciii2, Ciii3, E1, E2, E3.
III	Locali di compartimenti con profilo di rischio R_{vita} in D1, D2.
IV	Su specifica richiesta del committente, previsti da capitolati tecnici di progetto, richiesti dalla autorità competente per costruzioni destinate ad attività di particolare importanza.

Tabella S.1-3: Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione ad altri locali dell'attività

5.1.3 Livello di prestazione

Nel caso preso in esame, è quindi possibile attribuire ai compartimenti **livelli di prestazione** di seguito indicati.

COMPARTIMENTO	DESTINAZIONE D'USO	R _{VITA}	S.1-2 VIE D'ESODO	S.1-3 ALTRI AMBITI
INTERO EDIFICIO	Spazi Comuni, uffici, laboratori	A2	I	I

Si noti che i *livelli di prestazione* per la reazione al fuoco dei materiali installati risultano direttamente legati all'obiettivo della salvaguardia della vita umana; il codice, infatti, basa l'attribuzione del livello di rischio R_{vita} sulle caratteristiche prevalenti degli occupanti, nonché sulla tipologia dell'ambiente di installazione dei materiali, distinguendo tra vie di esodo ed altri ambiti dell'attività.

5.1.4 Soluzioni conformi

Per garantire il livello di prestazione ai vari compartimenti si applicano soluzioni progettuali di tipo conforme.

COMPARTIMENTO	DESTINAZIONE D'USO	LIVELLO DI PRESTAZIONE	SOLUZIONI CONFORMI VIE DI ESODO	SOLUZIONI CONFORMI ALTRI AMBITI
INTERO EDIFICIO	Spazi Comuni, uffici, laboratori	I	GM4	GM4

Per garantire il **livello di prestazione richiesto dalla RTO**, si applicano, ai vari compartimenti, soluzioni progettuali di tipo conforme.

Per quanto concerne l'intero edificio, su tutti i piani non vi sono limitazioni ai materiali utilizzati, le strutture saranno incombustibili (classe europea A1) ed eventuali cartongessi saranno comunque con una reazione al fuoco almeno A2-s1,d0.

Pertanto, la scelta dei materiali da installare dovrà essere condotta utilizzando le tabelle S.1-5, S1-6, S1-7, S1-8 del codice, a seguito le tabelle di interesse per i materiali e i componenti utilizzati nel Padiglione 04, oggetto di tale relazione.

Descrizione materiali	GM1		GM2		GM3	
	Ita	EU	Ita	EU	Ita	EU
Mobili imbottiti (poltrone, divani, divani letto, materassi, <i>sommier</i> , guanciali, <i>topper</i> , cuscini, sedie imbottite)	1 IM	[na]	1 IM	[na]	2 IM	[na]
<i>Bedding</i> (coperte, copriletti, coprimaterassi)	1		1		2	
Mobili fissati e non agli elementi strutturali (sedie e sedili non imbottiti)						
Tendoni per tensostrutture, strutture pressostatiche e tunnel mobili						
Sipari, drappeggi, tendaggi						
Materiale scenico, scenari fissi e mobili (quinte, velari, tendaggi e simili)						
[na] Non applicabile						

Tabella S.1-5: Classificazione in gruppi per arredamento, scenografie, tendoni per coperture

Descrizione materiali	GM1	GM2	GM3
	EU	EU	EU
Rivestimenti a soffitto [1]	A2-s1,d0	B-s2,d0	C-s2,d0
Controsoffitti, materiali di copertura [2], pannelli di copertura [2], lastre di copertura [2]			
Pavimentazioni sopraelevate (superficie nascosta)			
Rivestimenti a parete [1]	B-s1,d0		
Partizioni interne, pareti, pareti sospese			
Rivestimenti a pavimento [1]	B _r -s1	C _r -s1	C _r -s2
Pavimentazioni sopraelevate (superficie calpestabile)			
<p>[1] Qualora trattati con prodotti vernicianti ignifughi omologati ai sensi del DM 6/3/1992, questi ultimi devono essere idonei all'impiego previsto e avere la classificazione indicata di seguito (per classi differenti da A2): GM1 e GM2 in classe 1; GM3 in classe 2; per i prodotti vernicianti marcati CE, questi ultimi devono avere indicata la corrispondente classificazione.</p> <p>[2] Si intendono tutti i materiali utilizzati nell'intero pacchetto costituente la copertura, non soltanto i materiali esposti che costituiscono l'ultimo strato esterno.</p>			

Tabella S.1-6: Classificazione in gruppi di materiali per rivestimento e completamento

Descrizione materiali	GM1	GM2	GM3
	EU	EU	EU
Isolanti protetti [1]	C-s2,d0	D-s2,d2	E
Isolanti lineari protetti [1], [3]	C _L -s2,d0	D _L -s2,d2	E _L
Isolanti in vista [2]	A2-s1,d0	B-s2,d0	B-s3,d0
Isolanti lineari in vista [2], [3]	A2 _L -s1,d0	B _L -s3,d0	B _L -s3,d0
<p>[1] Protetti con materiali non metallici del gruppo GM0 oppure prodotti di classe di resistenza al fuoco K 10 e classe minima di reazione al fuoco B-s1,d0.</p> <p>[2] Non protetti come indicato nella nota [1] della presente tabella.</p> <p>[3] Classificazione riferita a prodotti di forma lineare destinati all'isolamento termico di condutture di diametro massimo comprensivo dell'isolamento di 300 mm.</p>			

Tabella S.1-7: Classificazione in gruppi di materiali per l'isolamento

Descrizione materiali	GM1		GM2		GM3	
	Ita	EU	Ita	EU	Ita	EU
Condotte di ventilazione e riscaldamento	[na]	A2-s1,d0	[na]	B-s2,d0	[na]	B-s3,d0
Condotte di ventilazione e riscaldamento preisolate [1]	[na]	B-s2,d0	[na]	B-s2,d0	[na]	B-s3,d0
Raccordi e giunti per condotte di ventilazione e riscaldamento (L < 1,5 m)	1	B-s1,d0	1	B-s2,d0	2	C-s3,d0
Canalizzazioni per cavi per energia, controllo e comunicazioni [2] [4] [5]	0	[na]	1	[na]	1	[na]
Cavi per energia, controllo e comunicazioni [2] [3] [6]	[na]	B2 _{ca} -s1a,d0,a1	[na]	C _{ca} -s1b,d0,a2	[na]	C _{ca} -s3,d1,a3
<p>[na] Non applicabile.</p> <p>[1] La classe europea B-s2,d0 è ammessa solo se il componente isolante non è esposto direttamente alle fiamme per la presenza di uno strato di materiale incombustibile o di classe A1 che lo ricopre su tutte le facce, ivi inclusi i punti di interruzione longitudinali e trasversali della condotta. Utili riferimenti: EN 15423, EN 13403.</p> <p>[2] Prestazione di reazione al fuoco richiesta solo quando le canalizzazioni, i cavi elettrici o i cavi di segnale non sono incassati in materiali incombustibili.</p> <p>[3] La classificazione aggiuntiva relativa al gocciolamento d0 può essere declassata a d1 in presenza di IRAI di livello di prestazione III oppure qualora la <i>condizione d'uso finale</i> dei cavi sia tale da impedire fisicamente il gocciolamento (es. posa a pavimento, posa in canalizzazioni non forate, posa su controsoffitti non forati, ...).</p> <p>[4] La classe 0 può essere declassata a 1 in presenza di IRAI di livello di prestazione III.</p> <p>[5] la classe 1 non è richiesta per le canalizzazioni che soddisfano le prove di comportamento al fuoco previste dalle norme di prodotto armonizzate secondo la direttiva Bassa tensione (Direttiva 2014/35/UE).</p> <p>[6] In sostituzione dei cavi C_{ca}-s3,d1,a3 possono essere installati cavi E_{ca} in presenza di IRAI di livello di prestazione III oppure in caso di posa singola.</p>						

Tabella S.1-8: Classificazione in gruppi di materiali per impianti

5.2 RESISTENZA AL FUOCO (CAPITOLO S.2)

5.2.1 Premessa

“La finalità della **resistenza al fuoco** è quella di garantire la **capacità portante delle strutture in condizioni di incendio nonché la capacità di compartimentazione, per un tempo minimo necessario al raggiungimento degli obiettivi di sicurezza di prevenzione incendi**. Il capitolo S.3 sulle misure di compartimentazione costituisce complemento al presente capitolo.”

Per maggiore chiarezza d'esposizione, vengono riportate dal **Codice** sia la tabella che riassume i **livelli di prestazione** introdotti per la presente misura antincendio, sia la tabella contenente i **criteri di attribuzione** degli stessi.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Assenza di conseguenze esterne per collasso strutturale
II	Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo sufficiente all'evacuazione degli occupanti in luogo sicuro all'esterno della costruzione.
III	Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo congruo con la durata dell'incendio.
IV	Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, un limitato danneggiamento della costruzione.
V	Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, il mantenimento della totale funzionalità della costruzione stessa.

Tabella S.2-1: Livelli di prestazione

5.2.2 Criteri di attribuzione del livello prestazionale

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Opere da costruzione, comprensive di eventuali manufatti di servizio adiacenti nonché dei relativi impianti tecnologici di servizio, dove sono verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none">• compartimentate rispetto ad altre opere da costruzione eventualmente adiacenti e strutturalmente separate da esse e tali che l'eventuale cedimento strutturale non arrechi danni ad altre opere da costruzione o all'esterno del confine dell'area su cui sorge l'attività medesima;• adibite ad attività afferenti ad un solo <i>responsabile dell'attività</i> e con profilo di rischio R_{barr} pari ad 1;• non adibite ad attività che comportino presenza di occupanti, ad esclusione di quella occasionale e di breve durata di personale addetto.
II	Opere da costruzione o porzioni di opere da costruzione, comprensive di eventuali manufatti di servizio adiacenti nonché dei relativi impianti tecnologici di servizio, dove sono verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none">• compartimentate rispetto ad altre opere da costruzione eventualmente adiacenti;• strutturalmente separate da altre opere da costruzione e tali che l'eventuale cedimento strutturale non arrechi danni alle stesse o all'esterno del confine dell'area su cui sorge l'attività medesima; oppure, in caso di assenza di separazione strutturale, tali che l'eventuale cedimento della porzione non arrechi danni al resto dell'opera da costruzione o all'esterno del confine dell'area su cui sorge l'attività medesima;• adibite ad attività afferenti ad un solo <i>responsabile dell'attività</i> e con i seguenti profili di rischio:<ul style="list-style-type: none">◦ R_{vita} compresi in A1, A2, A3, A4;◦ R_{barr} pari ad 1;• densità di affollamento $\leq 0,2$ persone/m²;• non prevalentemente destinate ad occupanti con disabilità;• aventi piani situati a quota compresa tra -5 m e 12 m.
III	Opere da costruzione non ricomprese negli altri criteri di attribuzione.
IV, V	Su specifica richiesta del committente, previsti da capitolati tecnici di progetto, richiesti dalla autorità competente per opere da costruzione destinate ad attività di particolare importanza.

Tabella S.2-2: Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

5.2.3 Livello di prestazione

In base alle caratteristiche dell'attività considerata e ai fattori di rischio vita, beni e ambiente individuati e qui riassunti nella tabella sottostante; considerando anche il sito stesso in cui trova localizzazione il capannone ospitante la medesima attività, possono essere attribuiti **i livelli di prestazione per la resistenza al fuoco**.

Per l'attività essendo condotta da unica titolarità si può considerare il livello II di resistenza al fuoco anche in considerazione del fatto che la struttura si presenta isolata su tutti i lati

COMPARTIMENTO	DESTINAZIONE D'USO	R _{VITA}	R _{BENI}	R _{AMB}	LIVELLO DI PRESTAZIONE
INTERO EDIFICIO	Spazi Comuni, uffici, laboratori	A2	1	/	II

5.2.4 Soluzione conforme per il livello di prestazione II

- ✓ Deve essere interposta distanza di separazione su spazio a cielo libero come previsto per il livello di prestazione I.
- ✓ Devono essere verificate le prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni in base agli incendi convenzionali di progetto come previsto al paragrafo S.2.5.
- ✓ La classe minima di resistenza al fuoco deve essere pari almeno a 30 o inferiore, qualora consentita dal livello di prestazione III per il carico di incendio specifico- co di progetto $q_{f,d}$ del compartimento in esame.

5.2.5 Calcolo carico di incendio

Il valore del carico di incendio per la successiva determinazione delle soluzioni conformi e delle misure di controllo di incendio si desume in base al valore del carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d}$ che relaziona tipologia e quantità di materiali presenti in base al loro potere calorifico e al loro ipotetico contributo in caso di incendio.

Per ogni compartimento è necessario effettuare la valutazione del carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d}$ secondo le modalità indicate nel paragrafo S.2.9., utilizzando l'espressione:

$$q_{f,d} = \delta_{q1} * \delta_{q2} * \delta_{qn} * q_f$$

Dove:

$q_{f,d}$ carico di incendio specifico di progetto [MJ/m²]

δ_{q1} fattore legato alla dimensione del compartimento (cfr Tabella S.2-4)

δ_{q2} fattore che tiene conto del rischio di incendio in relazione al tipo di attività svolta nel compartimento

δ_{qn} fattore dipendente dalle differenti misure antincendio previste nel compartimento

$$\delta_n = \prod_i \delta_{ni}$$

q_f valore nominale del carico d'incendio specifico [MJ/m²]

Nel caso in esame, con computo sviluppato secondo l'espressione

$$q_f = \sum_i \left(\frac{g_i * H_i * m_i * \varphi_i}{A} \right)$$

- ✓ **G_i** = massa dell'i-esimo materiale combustibile
- ✓ **H_i** = potere calorifico inferiore dell'i-esimo materiale combustibile MJ/kg
- ✓ **m_i** = fattore di partecipazione alla combustione dell'i-esimo materiale combustibile pari a **0,80 per il legno** e altri materiali di natura cellulosica e **1,00 per tutti gli altri materiali** combustibili
- ✓ **Y_i** = fattore di limitazione della partecipazione alla combustione dell'i-esimo materiale combustibile pari a:
 - 0 per i materiali contenuti in contenitori appositamente progettati per resistere al fuoco;
 - 0,85 per i materiali contenuti in contenitori non combustibili e non appositamente progettati per resistere al fuoco;
 - 1,00 in tutti gli altri casi
- ✓ **A** = superficie lorda del compartimento

Utilizzando il software **CLARAF 3.0**, una volta inseriti i valori di qualità relativi ai materiali presenti e combustibili, si valuta il carico di incendio specifico e la classe di resistenza al fuoco richiesta.

5.2.6 materiali computati nel calcolo del carico di incendio

LABORATORI CON AGENTI CHIMICI:

Nel laboratorio le norme di buone prassi tecniche citate nei documenti tecnici UNICHIM e GUIDA CEI 31-35 prescrivono l'utilizzo di materiali e arredi incombustibili; tuttavia, possono essere presenti anche scrivanie e sedute imbottite dedicate all'uso di computer e di piccole librerie destinate alla conservazione di libri e articoli scientifici.

Tutti i gas tecnici eventualmente impiegati sono intercettati da posizione sicura.

In un laboratorio chimico sono da considerarsi combustibili, oltre agli arredi in legno e il materiale cartaceo anche tutti i prodotti chimici classificati come esplosivi e come facilmente infiammabili, sulle cui etichette compaiono i relativi simboli di pericolo H2XX, le frasi di rischio e i consigli di prudenza e sulle cui schede di sicurezza al punto 5 sono descritte le misure antincendio consigliate.

Per quanto riguarda le norme di carattere organizzativo, si avrà cura di ridurre al minimo indispensabile la quantità di materiale infiammabile in laboratorio (ci si limiterà all'impiego giornaliero e comunque a non più di 20 litri per locale. Tali materiali verranno conservati in appositi armadi o reagentari realizzati in materiale resistente al fuoco (oltre che alle caratteristiche delle sostanze stoccate); gli arredi saranno aerati e dotati di recipienti raccoglitori agli scaffali e al fondo.

Ogni lavorazione con liquidi e gas infiammabili sarà sempre eseguita sotto cappa aspirante (per la quale è garantita una velocità dell'aria non inferiore a 0.5 m/s nelle sezioni libere). Si presterà particolare attenzione affinché la si utilizzi sempre accesa, sgombra e a pannello di protezione abbassato.

Nel caso del laboratorio chimico esemplificativo sono considerati i seguenti materiali:

ARREDI E/O MERCI	MJ/PEZZO	MJ/M ³	QUANTITÀ
Armadio a muro a 2 ante (contenuto incluso)	1340		1
Computer	167		2
Scrivania grande (a due serie di cassetti)	2177		2
Prodotti chimici (stima di massima)		100	1
Plastica (materiali vari, confezioni)		5900	1

UFFICI

Per gli uffici si utilizza il calcolo del carico di incendio tabellare

CARICO INCENDIO

AMBIENTE/ATTIVITÀ	RVITA	SUPERFICIE PARZIALE (M ²)	CARICO SPECIFICO	FRATTILE	Q _F	Q _{FD}	CLASSE DI RIFERIMENTO
Laboratorio generico	A2	37	-	-	325	250	15
Studio (ufficio)	A2	17	420	1,22	512	394	30

Per i depositi ai vari piani e per eventuali piccoli archivi cartacei, nell'impossibilità di conoscere con esattezza il contenuto viene data la prescrizione nel sistema di gestione SGSA di mantenere un carico di incendio Q_f inferiore a 450 MJ/m².

5.2.7 Carico incendio laboratorio

Valore orientativo del carico d'incendio specifico di progetto per arredo e/o merci in deposito

$$q_{f,d} = q_f \cdot \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \quad [\text{MJ/m}^2]$$

Carico d'incendio specifico

Allegato elenco arredo e/o merci in deposito *
aggiunti alla sommatoria

$$q_f = 325,08 \quad [\text{MJ/m}^2]$$

Area compartimento **37** $[\text{m}^2]$

Fattore di rischio in relazione alla dimensione del compartimento

Superficie **A < 500** $[\text{m}^2]$

$$\delta_{q1} =$$

Fattore di rischio in relazione al tipo di attività svolta

Classe di rischio **II**

$$\delta_{q2} = 1,00$$

Fattore di protezione

Controllo dell'incendio (Capitolo S.6) con livello di prestazione III

- rete idranti con protezione interna

$$\delta_{n1} = 0,90$$

- rete idranti con protezione interna ed e

$$\delta_{n2} = 1,00$$

Controllo dell'incendio (Capitolo S.6) con livello minimo di prestazione IV

- sistema automatico ad acqua o schiuma e rete idranti con protezione

$$\delta_{n3} = 1,00$$

- altro sistema automatico e reti idranti con protezione interna

$$\delta_{n4} = 1,00$$

- sistema automatico ad acqua o schiuma e rete idranti con protezione

$$\delta_{n5} = 1,00$$

- altro sistema automatico e rete idranti con protezione interna ed esterna

$$\delta_{n6} = 1,00$$

Gestione della sicurezza antincendio (Capitolo S.5), con livello minimo di prestazione II

$$\delta_{n7} = 1,00$$

Controllo di fumi e calore (Capitolo S.8), con livello di prestazione III

$$\delta_{n8} = 1,00$$

Rivelazione ed allarme (Capitolo S.7), con livello minimo di prestazione III

$$\delta_{n9} = 0,85$$

Operatività antincendio (Capitolo S.9), con soluzione conforme per il livello di prestazione IV

$$\delta_{n10} = 1,00$$

Strutture in legno

Area della superficie esposta **0** $[\text{m}^2]$

Velocità di carbonizzazione **0,00** $[\text{mm/min}]$

Area della superficie protetta **0** $[\text{m}^2]$

Spessore legno carbonizzato **0** $[\text{mm}]$

$$q_f = 0,00 \quad [\text{MJ/m}^2]$$

$$q_{f,d} = (325,08 + 0,00) \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 0,77 = 250,31 \quad [\text{MJ/m}^2]$$

$$\text{Classe di riferimento per il livello di prestazione III} = \mathbf{15}$$

5.2.8 Carico incendio studio professionale

Valore orientativo del carico d'incendio specifico di progetto per attività'

$$q_{f,d} = q_f \cdot \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \quad [\text{MJ/m}^2]$$

Carico d'incendio specifico

$$q_f = 512,00 \quad [\text{MJ/m}^2]$$

Tipologia di attività	Ufficio	
Carico d'incendio specifico	420	[MJ/m ²]
Fratte 80%	1,22	
Area compartimento	17	[m ²]

Fattore di rischio in relazione alla dimensione del compartimento

Superficie	A < 500	[m ²]
------------	-------------------	-------------------

$$\delta_{q1} =$$

Fattore di rischio in relazione al tipo di attività svolta

Classe di rischio **II**

$$\delta_{q2} = 1,00$$

Fattore di protezione

Controllo dell'incendio (Capitolo S.6) con livello di prestazione III	- rete idranti con protezione interna	$\delta_{n1} = 0,90$
	- rete idranti con protezione interna ed e	$\delta_{n2} = 1,00$
Controllo dell'incendio (Capitolo S.6) con livello minimo di prestazione IV	- sistema automatico ad acqua o schiuma e rete idranti con protezione	$\delta_{n3} = 1,00$
	- altro sistema automatico e reti idranti con protezione interna	$\delta_{n4} = 1,00$
	- sistema automatico ad acqua o schiuma e rete idranti con protezione	$\delta_{n5} = 1,00$
	- altro sistema automatico e reti idranti con protezione interna ed esterna	$\delta_{n6} = 1,00$
Gestione della sicurezza antincendio (Capitolo S.5), con livello minimo di prestazione II		$\delta_{n7} = 1,00$
Controllo di fumi e calore (Capitolo S.8), con livello di prestazione III		$\delta_{n8} = 1,00$
Rivelazione ed allarme (Capitolo S.7), con livello minimo di prestazione III		$\delta_{n9} = 0,85$
Operatività antincendio (Capitolo S.9), con soluzione conforme per il livello di prestazione IV		$\delta_{n10} = 1,00$

Strutture in legno

Area della superficie esposta	0	[m ²]
Velocità di carbonizzazione	0,00	[mm/min]
Area della superficie protetta	0	[m ²]
Spessore legno carbonizzato	0,0	[mm]

$$q_f = 0,00 \quad [\text{MJ/m}^2]$$

$$q_{f,d} = (512,00 + 0,00) \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 0,77 = 394,24 \quad [\text{MJ/m}^2]$$

$$\text{Classe di riferimento per il livello di prestazione III} = \mathbf{30}$$

5.3 COMPARTIMENTAZIONE (CAPITOLO 5.3)

5.3.1 Premessa

La finalità della compartimentazione è di limitare la propagazione dell'incendio e dei suoi effetti verso altre attività o all'interno della stessa attività.

La compartimentazione è realizzata mediante:

- ✓ compartimenti antincendio, ubicati all'interno della stessa opera da costruzione;
- ✓ interposizione di distanze di separazione, tra opere da costruzione o altri bersagli combustibili, anche ubicati in spazio a cielo libero

Vengono riportate dal codice la tabella S.3-1 che riassume i **livelli di prestazione per la compartimentazione** per la presente misura antincendio e la tabella contenente i criteri di attribuzione degli stessi **livelli di prestazione**.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Nessun requisito
II	È contrastata per un periodo congruo con la durata dell'incendio: <ul style="list-style-type: none">• la propagazione dell'incendio verso altre attività;• la propagazione dell'incendio all'interno della stessa attività.
III	È contrastata per un periodo congruo con la durata dell'incendio: <ul style="list-style-type: none">• la propagazione dell'incendio verso altre attività;• la propagazione dell'incendio e dei fumi freddi all'interno della stessa attività.

Tabella S.3-1: Livelli di prestazione

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Non ammesso nelle attività soggette
II	Attività non ricomprese negli altri criteri di attribuzione
III	In relazione alle risultanze della valutazione del rischio nell'ambito e in ambiti limitrofi della stessa attività (es. attività con elevato affollamento, attività con geometria complessa o piani interrati, elevato carico di incendio specifico $q_{f,i}$, presenza di sostanze o miscele pericolose in quantità significative, presenza di lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio, ...). Si può applicare in particolare ove sono presenti compartimenti con profilo di rischio R_{vita} compreso in D1, D2, Cii2, Cii3, Ciii2, Ciii3, per proteggere gli occupanti che dormono o che ricevono cure mediche.

Tabella S.3-2: Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

5.3.2 Livello di prestazione

Nel caso considerato, viene attribuito ad ogni area funzionale i seguenti livelli di prestazione secondo quanto espresso nella Tab. S.4-2.

COMPARTIMENTO	DESTINAZIONE D'USO	R_{vita}	LIVELLO DI PRESTAZIONE
INTERO EDIFICIO	Spazi Comuni, uffici, laboratori	A2	II

5.3.3 Soluzioni conformi per il livello di prestazione II

L'attività presa in esame vede è costituita da un unico compartimento e alcuni sotto compartimenti quali scale protette e deposito interno bombole gas tecnici.

Il **livello prestazionale II** applica le soluzioni conformi, impiegando elementi a tenuta di fumo (Sa) per la realizzazione dei compartimenti antincendio.

Il livello di prestazione II fornisce indicazioni circa il contenimento di un ipotetico incendio:

Al fine di **limitare la propagazione dell'incendio verso altre attività**:

- Le diverse **attività saranno inserite in compartimenti antincendio distinti**, come descritto nei paragrafi S.3.5 ed S.3.6, con le caratteristiche di cui al paragrafo S.3.7
- In caso di **compartimenti adiacenti afferenti a diversi responsabili** di attività, gli elementi di separazione tra tali compartimenti devono avere caratteristiche **di resistenza al fuoco non inferiori a EI 60**.

Al fine di **limitare la propagazione dell'incendio all'interno della stessa attività**:

- La volumetria dell'opera da costruzione contenente l'attività, sarà **suddivisa in compartimenti antincendio**, come descritto nei paragrafi S.3.5 ed S.3.6, con le caratteristiche di cui al paragrafo S.3.7;
- Tutte le **chiusure dei varchi di comunicazione tra compartimenti devono possedere analoga classe di resistenza al fuoco** ed essere munite di dispositivo di autochiusura (es. porte) o essere mantenute permanentemente chiuse (es. sportelli di cavedi impiantistici).
- Tutte le chiusure dei **varchi tra compartimenti e vie di esodo** di una stessa attività dovrebbero essere almeno a **tenuta (E) ed a tenuta di fumi freddi (Sa)**.

Come anticipato, la suddivisione in compartimenti dovrà, inoltre, tenere conto dei valori massimi imposti dalle tabelle S.3-6, S.3-7, di seguito riportate:

R _{vita}	Quota del compartimento								
	< -15 m	< -10 m	< -5 m	< -1 m	≤ 12 m	≤ 24 m	≤ 32 m	≤ 54 m	> 54 m
A1	2000	4000	8000	16000	[1]	32000	16000	8000	4000
A2	1000	2000	4000	8000	64000	16000	8000	4000	2000
A3	[na]	1000	2000	4000	32000	4000	2000	1000	[na]
A4	[na]	[na]	[na]	[na]	16000	[na]	[na]	[na]	[na]
B1	[na]	2000	8000	16000	64000	16000	8000	4000	2000
B2	[na]	1000	4000	8000	32000	8000	4000	2000	1000
B3	[na]	[na]	1000	2000	16000	4000	2000	1000	[na]
Cii1, Ciii1	[na]	[na]	[na]	2000	16000	8000	8000	8000	4000
Cii2, Ciii2	[na]	[na]	[na]	1000	8000	4000	4000	2000	2000
Cii3, Ciii3	[na]	[na]	[na]	[na]	4000	2000	2000	1000	1000
D1	[na]	[na]	[na]	1000	2000	2000	1000	1000	1000
D2	[na]	[na]	[na]	1000	2000	1000	1000	1000	[na]
E1	2000	4000	8000	16000	[1]	32000	16000	8000	4000
E2	1000	2000	4000	8000	[1]	16000	8000	4000	2000
E3	[na]	[na]	2000	4000	16000	4000	2000	[na]	[na]
La massima superficie lorda è ridotta del 50% per i compartimenti con R _{ambiente} significativo.									
[na] Non ammesso									
[1] Senza limitazione									

Tabella S.3-6: Massima superficie lorda dei compartimenti in m²

R _{vita}	Compartimenti multipiano	Prescrizioni antincendio aggiuntive
A1, A2, A3, B1, B2, B3, E1, E2, Cii1, Cii2, Ciii1, Ciii2	I piani a quota > -1 m e ≤ 6 m possono essere inseriti in uno o più compartimenti multipiano	Nessuna
A1, A2	I piani a quota > -5 m e ≤ 12 m possono essere inseriti in uno o più compartimenti multipiano (Esempio in tabella S.3-8)	Nessuna
A3, B1, B2, Cii1, Cii2, Ciii1, Ciii2		[1], [2]
B3		[3]
A1, A2	I piani a quota > 12 m e ≤ 32 m possono essere inseriti in uno o più compartimenti multipiano, con massimo dislivello tra i piani inseriti ≤ 7 m (Esempio in tabella S.3-8)	[3]
B1, B2		[3], [4]

[1] Rivelazione ed allarme di livello di prestazione III (capitolo S.7)

[2] Se $q_f < 600 \text{ MJ/m}^2$, controllo dell'incendio di livello di prestazione III, altrimenti IV (capitolo S.6)

[3] Rivelazione ed allarme di livello di prestazione IV (capitolo S.7)

[4] Controllo dell'incendio di livello di prestazione IV (capitolo S.6).

Tabella S.3-7: Condizioni per la realizzazione di compartimenti multipiano

L'attività prevede la presenza di due compartimenti distinti, quello che include la mensa multipiano, come deciso in fase preliminare:

COMPARTIMENTO	DESTINAZIONE D'USO	R_{vita}	LIVELLO DI PRESTAZIONE	MULTIPIANO
INTERO EDIFICIO	Spazi Comuni, uffici, laboratori	A2	II	Si senza prescrizioni aggiuntive

Le prestazioni degli elementi di compartimentazione sono selezionate secondo i criteri di impiego riportati alla tabella S.3-9.

Simbolo	Prestazione	Criterio di impiego
R	Capacità portante	Per prodotti ed elementi costruttivi portanti
E	Tenuta	Contenimento di fumi caldi, gas caldi e fiamme
I	Isolamento	Limitare la possibilità di propagazione dell'incendio per contatto tra materiale combustibile e faccia dell'elemento di compartimentazione non esposta all'incendio.
W	Irraggiamento	Limitare la possibilità di propagazione dell'incendio per irraggiamento dalla faccia dell'elemento di compartimentazione non esposta all'incendio verso materiale combustibile.
M	Azione meccanica	Limitare la possibilità di perdita di compartimentazione per effetto di azioni meccaniche accidentali.
S	Tenuta al fumo	Contenimento di fumi e gas freddi

Tabella S.3-9: Criteri di scelta delle principali prestazioni degli elementi di compartimentazione

Le aree di deposito dovranno rispettare il carico massimo di 600 MJ/mq.

5.3.4 Superfici vulnerabili di chiusura esterna del compartimento

Eventuali superfici di chiusura verso l'esterno (es. facciate continue, facciate ventilate, coperture,...) non costituiranno pregiudizio per l'efficacia della compartimentazione di piano o di qualsiasi altra compartimentazione orizzontale e verticale presente all'interno dell'edificio.

5.3.5 Segnaletica

- ✓ Le comunicazioni interne verso parti comuni dovranno garantire continuità nella compartimentazione.
- ✓ Le porte tagliafuoco (collocate in ingresso ed uscita) devono essere contrassegnate su entrambi i lati con segnale UNI EN ISO 7010-F007, riportante il messaggio "Porta tagliafuoco tenere chiusa" oppure "Porta tagliafuoco a chiusura automatica" se munite di fermo elettromagnetico in apertura.



 <p>F007 Porta tagliafuoco</p>	 <p>F007 Porta tagliafuoco dotata di fermo in apertura</p>
---	---

Tabella S.3-4: Esempi di segnali UNI EN ISO 7010-F007

5.4 ESODO (CAPITOLO S.4)

5.4.1 Premessa

La finalità ultima dell'esodo è quella di assicurare che lavoratori ed occupanti, presenti in sito al momento di un eventuale incendio, possano raggiungere incolumi un luogo sicuro a prescindere dall'intervento dei VVF.

Le tipologie di esodo ammesse sono plurime:

- a) **Esodo simultaneo**
- b) *Esodo per fasi (in ambiti di considerevole altezza)*
- c) *Esodo orizzontale progressivo*
- d) *Protezione sul posto*

Viene indicata la modalità di Esodo simultaneo per la tipologia di attività condotte e di occupanti.

Vengono riportate, per maggiore facilità di lettura, le tabelle di attribuzione dei **livelli di prestazione per l'esodo**.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Gli occupanti raggiungono un <i>luogo sicuro</i> prima che l'incendio determini condizioni incapacitanti negli ambiti dell'attività attraversati durante l'esodo.
II	Gli occupanti sono protetti dagli effetti dell'incendio nel luogo in cui si trovano.

Tabella S.4-1: Livelli di prestazione

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Tutte le attività
II	Ambiti per i quali non sia possibile assicurare il livello di prestazione I (es. a causa di dimensione, ubicazione, abilità degli occupanti, tipologia dell'attività, caratteristiche geometriche particolari, vincoli architettonici, ...)

Tabella S.4-2: Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

5.4.2 Livello di prestazione

Nel caso considerato, viene attribuito ad ogni area funzionale il **livello di prestazione I**.

La progettazione del sistema di esodo deve seguire le indicazioni del paragrafo S.4.5 per quanto riguarda le specifiche dei diversi componenti del sistema: caratteristiche geometriche minime, tipologia delle porte installate, tipologia delle scale e delle rampe, specifiche delle uscite finali, segnaletica d'esodo ed orientamento, illuminazione di sicurezza, layout degli eventuali posti a sedere fissi e mobili.

I requisiti antincendio minimi vengono stabiliti secondo quanto riportato nel paragrafo S.4-7; il numero di vie d'esodo ed uscite, corridoi ciechi, luoghi sicuri temporanei e lunghezze d'esodo, larghezza di vie d'esodo ed uscite finali secondo quanto indicato nei paragrafi S.4-8/S.4-9 del codice.

COMPARTIMENTO	DESTINAZIONE D'USO	RVITA	LIVELLO DI PRESTAZIONE
INTERO EDIFICIO	Spazi Comuni, uffici, laboratori	A2	I

Tutti i dispositivi di apertura disposti lungo le vie di uscita saranno disposti nel senso dell'esodo e conformi secondo quanto richiesto da UNI EN 1125.

5.4.3 Soluzioni conformi – Tipologia di esodo e misure antincendio minime

Verranno riportate, per maggiore facilità di lettura, le tabelle di attribuzione e definizione delle caratteristiche necessarie.

La progettazione del sistema di esodo e, quindi la determinazione delle suddette caratteristiche, **dipende dai dati di ingresso** relativi ai singoli compartimenti con riferimento ai paragrafi S.4.6.1 / S.4.6.2 del Nuovo Codice:

- *Profilo di rischio R_{vita} di riferimento – il più gravoso identificato: **A2***
- ***Affollamento** determinato: **≈ totale max 62 pp***
 - ✓ *a. Moltiplicando la densità di affollamento della tabella S.4-12 per la superficie lorda del locale stesso.*
 - ✓ *b. Impiegando i criteri della tabella S.4-12;*
 - ✓ *c. Secondo le indicazioni della regola tecnica verticale*
 - ✓ ***d. Dichiarazione del responsabile dell'attività***

Per l'affollamento si considera il dato fornito dal progetto dell'attività che contempla l'affollamento nei diversi ambienti (Uffici e laboratori).

L'**affollamento massimo** coincide con la possibile presenza contemporanea di **circa 62 persone**.

La lunghezza d'esodo della due scale interne protette verrà, per le sue specifiche caratteristiche, omessa ai fini del calcolo finale della lunghezza di esodo.

Le vie di esodo saranno di tipo almeno protetto e con caratteristiche E60 – Sa.

Le scale dovranno essere di tipo rettilineo e con gradini che rispettino:

- il canonico rapporto tra alzata e pedata: $2a + p = 62/65$ cm
- il rapporto costante tra alzata e pedata
- la successione minima di 3 e massima di 15 gradini interrotti da pianerottolo

Le porte installate lungo le vie d'esodo:

Le vie di esodo, come sopra specificato risultano:

- Facilmente identificabili ed apribili da parte di tutti gli occupanti.
- L'apertura delle porte non ostacolerà il deflusso degli occupanti lungo le vie d'esodo
- Le porte si apriranno su aree piane orizzontali, di profondità almeno pari alla larghezza complessiva del varco.

L'apertura di suddette porte sarà manuale a spinta nel verso dell'esodo ed immediata anche in condizioni di elevata densità di affollamento, le caratteristiche tecniche di ciascuna porta vengono fissate in funzione delle caratteristiche dell'ambito servito e del numero di occupanti, secondo quanto richiesto da UNI EN 1125.

5.4.4 Numero minimo di vie d'esodo indipendenti

Il numero minimo di vie d'esodo ed uscite è calcolato secondo i criteri di cui al paragrafo S.4.8 del codice e comunque anche in funzione del rischio R_{vita} e dell'affollamento come riportato nella tabella S.4-15 del codice di seguito riportata:

R_{vita}	Affollamento dell'ambito servito	Numero minimo uscite indipendenti
Qualsiasi	> 500 occupanti	3
B1 [1], B2 [1], B3 [1]	> 150 occupanti	
Altri casi		2
Se ammesso corridoio cieco secondo le prescrizioni del paragrafo S.4.8.2.		1

[1] Ambiti con densità d'affollamento > 0,4 p/m²

Tabella S.4-15: Numero minimo di uscite indipendenti da locale o spazio a cielo libero

Nel caso in esame, che presenta R_{vita} diversi e occupanti in $n \leq 150$, il **numero minimo di vie di uscita indipendenti richiesto è pari a 2 per piano, riducibile ad 1 nel rispetto di quanto richiesto per il corridoio cieco.**

DENOMINAZIONE	R_{vita}	AFFOLLAMENTO	NUMERO USCITE
PIANO PRIMO	A2	30	2
PIANO TERRA	A2	40	3
PIANO SEMINTERRATO	A2	2	9

Le vie di esodo sono considerate indipendenti rispettando le seguenti caratteristiche:

- ✓ Possedere un angolo maggiore di 45° tra le direzioni di esodo rettilineo

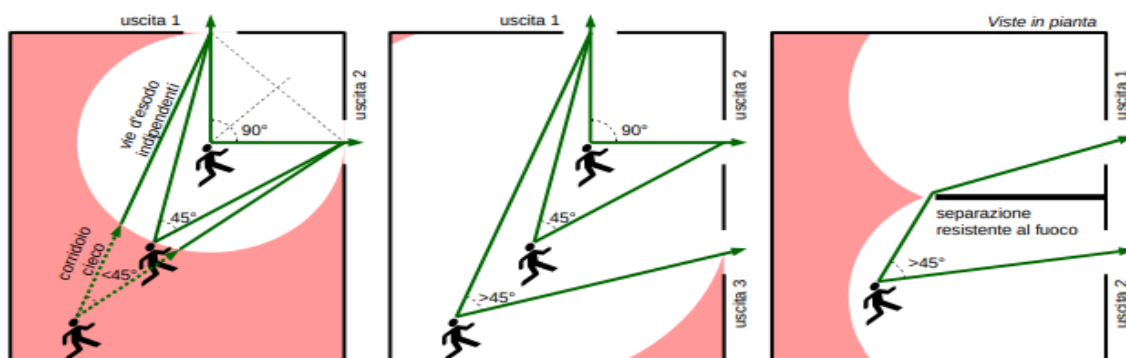


Illustrazione S.4-4: Esempi di vie d'esodo orizzontali ed uscite indipendenti

5.4.5 Corridoi ciechi

Si procede quindi con il calcolo delle lunghezze di esodo per stabilire se tale valore può essere assunto.

La lunghezza di esodo dei corridoi ciechi non deve superare, considerando la peggiore condizione, il valore massimo di 30m, indicato in tabella S.4-18 di seguito riportata per i singoli ambiti di attività.

R _{vita}	Max affollamento	Max lunghezza L _{cc}	R _{vita}	Max affollamento	Max lunghezza L _{cc}
A1		≤ 45 m	B1, E1	≤ 50 occupanti	≤ 25 m
A2	≤ 100 occupanti	≤ 30 m	B2, E2		≤ 20 m
A3		≤ 15 m	B3, E3		≤ 15 m
A4	≤ 50 occupanti	≤ 10 m	Cii1, Ciii1		≤ 20 m
D1		≤ 20 m	Cii2, Ciii2		≤ 15 m
D2		≤ 15 m	Cii3, Ciii3		≤ 10 m

I valori delle massime lunghezze di corridoio cieco di riferimento L_{cc} possono essere incrementati in relazione a requisiti antincendio aggiuntivi, secondo la metodologia del paragrafo S.4.10.

Tabella S.4-18: Condizioni per il corridoio cieco

Al piano terra, data la presenza di uscite contrapposte, o corridoi ciechi sono inferiori a quelli dei piani superiori.

I corridoi ciechi e le lunghezze di esodo possono essere incrementati sfruttando la presenza di impianto IRAI nell'intera attività, secondo seguente formula:

$$L_d = (1 + \delta_m) * L$$

Dove $\delta_m = \sum_i \delta_{mi}$

► $L_d = (1 + 15\%) * 30 \text{ m} = 34,5 \text{ m}$

Come definito nella tabella a seguire:

Requisiti antincendio aggiuntivi		$\delta_{m,i}$
Rivelazione ed allarme di livello di prestazione IV (capitolo S.7)		15%
Controllo di fumi e calore di livello di prestazione III (capitolo S.8)		20%
Altezza media del locale servito dalla via d'esodo, h _m in metri [1]	≤ 3 m	0%
	> 3 m, ≤ 4 m	5%
	> 4 m, ≤ 5 m	10%
	> 5 m, ≤ 6 m	15%
	> 6 m, ≤ 7 m	18%
	> 7 m, ≤ 8 m	21%
	> 8 m, ≤ 9 m	24%
	> 9 m, ≤ 10 m	27%
	> 10 m	30%
[1] Qualora la via d'esodo serva più locali, si assume la minore tra le altezze medie.		

Tabella S.4-38: Parametri per la definizione dei fattori $\delta_{m,i}$

DENOMINAZIONE	R _{VITA}	L _{CC}	L _{CC} MAX CONSENTITA	VERIFICA
PIANO PRIMO	A2	30 m	34,5 m	32 ≤ 34,5
PIANO TERRA	A2	30 m	34,5 m	32 ≤ 34,5
PIANO SEMINTERRATO	A2	30 m	34,5 m	24 ≤ 34,5

5.4.6 Lunghezza d'esodo

Il layout del Padiglione, con le relative uscite funzionali all'esercizio dei procedimenti di prevenzione incendi, soddisfa le lunghezze massime di esodo previste per il rischio R_{vita} attribuito, come visibile nella tabella S.4.25.

R_{vita}	Max lunghezza d'esodo L_{es}	R_{vita}	Max lunghezza d'esodo L_{es}
A1	≤ 70 m	B1, E1	≤ 60 m
A2	≤ 60 m	B2, E2	≤ 50 m
A3	≤ 45 m	B3, E3	≤ 40 m
A4	≤ 30 m	Cii1, Ciii1	≤ 40 m
D1	≤ 30 m	Cii2, Ciii2	≤ 30 m
D2	≤ 20 m	Cii3, Ciii3	≤ 20 m
I valori delle massime lunghezze d'esodo di riferimento possono essere incrementati in relazione a <i>requisiti antincendio aggiuntivi</i> , secondo la metodologia del paragrafo S.4.10.			

Tabella S.4-25: Massime lunghezze d'esodo

La lunghezza massima, escludendo il percorso attraverso le scale protette, resta sotto la media richiesta da normativa.

Tale computazione deriva dal fatto che le scale utilizzate come vie di uscita sono o a prova di fumo o protette. Queste caratteristiche permettono di omettere la lunghezza costituente l'apparato di risalita verticale.

Incremento della lunghezza di esodo: $L_{es} = (1 + \delta_m) * L$

Dove $\delta_m = \sum_i \delta_{mi}$

$L_{es} = (1 + 15\%) * 60 \text{ m} = 57.50 \text{ m}$

DENOMINAZIONE	R_{vita}	L_{es}	L_{es} MAX CONSENTITA	VERIFICA
PIANO PRIMO	A2	60 m	69 m	$32 + 20 \leq 69$
PIANO TERRA	A2	60 m	69 m	$32 \leq 69$
PIANO SEMINTERRATO	A2	60 m	69 m	$24 \leq 69$

5.4.7 Altezza delle vie di esodo

L'altezza minima da rispettare risulta **pari a 2 m**. L'altezza minima registrata si attesta intorno ai 300.

5.4.8 Calcolo della larghezza minima delle vie di esodo orizzontali

La larghezza delle vie d'esodo orizzontali L_o (es. corridoi, porte, uscite) che consente il regolare esodo degli occupanti, è calcolata come segue: **$L_o = L_u * N_o$**

- L_o = larghezza minima delle vie d'esodo orizzontali (mm)
- L_u = larghezza unitaria delle vie d'esodo orizzontali determinata come dalla tabella S.4-27, in funzione del profilo di rischio R_{vita} di riferimento (mm/pers)
- N_o = Numero totale degli occupanti che impiegano tale via d'esodo

Per quanto concerne la larghezza delle vie d'esodo orizzontali per l'attività in esame, con R_{vita} pari A2 si deve considerare una larghezza unitaria per persona L_u corrispondente in conformità a quanto previsto nella tabella S.4-27 e una larghezza minima secondo tabella S.4-28

R_{vita}	Larghezza unitaria	Δt_{coda}	R_{vita}	Larghezza unitaria	Δt_{coda}
A1	3,40	330 s	B1, C1, E1	3,60	310 s
A2	3,80	290 s	B2, C2, D1, E2	4,10	270 s
A3	4,60	240 s	B3, C3, D2, E3	6,20	180 s
A4	12,30	90 s	-	-	-

I valori delle larghezze unitarie sono espressi in mm/persona ed assicurano una durata dell'attesa in coda, per gli occupanti che impiegano la specifica via d'esodo, non superiore a Δt_{coda} .

Tabella S.4-27: Larghezze unitarie per vie d'esodo orizzontali

Larghezza	Criterio
≥ 1200 mm	Affollamento dell'ambito servito > 1000 occupanti
≥ 1000 mm	Affollamento dell'ambito servito > 300 occupanti
≥ 900 mm	Affollamento dell'ambito servito ≤ 300 occupanti Larghezza adatta anche a coloro che impiegano ausili per il movimento
≥ 800 mm	Varchi da ambito servito con affollamento ≤ 50 occupanti
≥ 700 mm	Varchi da ambito servito con affollamento ≤ 10 occupanti (es. singoli uffici, camere d'albergo, locali di abitazione, appartamenti, ...)
≥ 600 mm	Ambito servito ove vi sia esclusiva presenza di personale specificamente formato, oppure occasionale e di breve durata di un numero limitato di occupanti (es. locali impianti o di servizio, piccoli depositi, ...).

L'affollamento dell'ambito servito corrisponde al totale degli occupanti che impiegano ciascuna delle vie d'esodo che si dipartono da tale ambito.

Tabella S.4-28: Larghezze minime per vie d'esodo orizzontali

Le porte E1 e quelle disposte lungo la via di fuga risultano con ampiezza almeno da 90 a 1200 mm. Vengono, quindi, rispettati i canoni minimi indicati anche in tab S.4-28 che prevedono varchi minimi da 800 mm.

La larghezza minima delle vie di esodo orizzontali si calcola considerando le situazioni peggiori ovvero quelle con affollamenti maggiori.

Piano terra (condizione peggiore)

Si valuta esodo simultaneo dal piano terra le scale su cui confluiscono 40 occupanti: $L_o = L_u \cdot N_o$

$$L_o A2 = L_u \times N_o = 3,8 \text{ mm/pp} \cdot 40 \text{ pp} = 152 \text{ mm}$$

LA VERIFICA RISULTA SODDISFATTA AVENDO OGNI CORRIDOIO DA ALMENO 900, USCITA DI AMBITO LARGHEZZA MINIMA ALMENO 900 MM (CON SCALA DA 1200 CONSIDERABILI) E US DEDICATA AL PIANO SEMINTERRATO DA 1000 MM.

5.4.9 Verifica di ridondanza delle vie di esodo orizzontali

Vista la presenza di due scale filtro si considera il potenziale impedimento ad utilizzare una delle due. L'affollamento graverà solo su una scala. La situazione peggiore vede un numero di 70 occupanti che gravano su un'unica scala.

Pertanto, l'uscita finale al piano seminterrato dovrà avere una larghezza orizzontale L_o

$$L_o A2 = L_u \times N_o = 3,8 \text{ mm/pp} \cdot 70 \text{ pp} = 266 \text{ mm} < 1000 \text{ mm presenti}$$

5.4.10 Larghezza minima delle vie di esodo verticali

Il numero minimo di vie di esodo verticali dell'attività è determinato in relazione ai vincoli imposti dal Codice per il numero minimo di vie di esodo.

La larghezza di esodo verticale minima riguardante la scala, deve consentire il regolare esodo degli occupanti che la impiegano, è calcolata come specificato nei paragrafi S.4.8.8.1 o S.4.8.8.2.

Al fine di limitare la probabilità che si sviluppi sovraffollamento localizzato, in particolare in caso di affollamenti o densità di affollamento significativi oppure laddove gli occupanti si distribuiscano in modo imprevisto, la larghezza di ciascun percorso deve rispettare i criteri della tabella S.4-32:

$L_v \geq 900 \text{ mm}$

Larghezza	Criterio
$\geq 1200 \text{ mm}$	Affollamento dell'ambito servito > 1000 occupanti
$\geq 1000 \text{ mm}$	Affollamento dell'ambito servito > 300 occupanti
$\geq 900 \text{ mm}$	Affollamento dell'ambito servito ≤ 300 occupanti
$\geq 600 \text{ mm}$	Ambito servito ove vi sia esclusiva presenza di personale specificamente formato, oppure occasionale e di breve durata di un numero limitato di occupanti (es. locali impianti o di servizio, piccoli depositi, ...).
L'affollamento dell'ambito servito corrisponde al totale degli occupanti che impiegano ciascuna delle vie d'esodo che si dipartono da tale ambito.	

Tabella S.4-32: Larghezze minime per vie d'esodo verticali

Le scale presenti all'interno del filtro sono due

La larghezza delle vie d'esodo verticali L_v (es. corridoi, porte, uscite) che consente il regolare esodo degli occupanti, è calcolata come segue: **$L_v = L_u \cdot N_v$**

- L_v = larghezza minima delle vie d'esodo verticali (mm)
- L_u = larghezza unitaria delle vie d'esodo verticali determinata come dalla tabella S.4-29, in funzione del profilo di rischio R_{vita} di riferimento (mm/pers)
- N_v = Numero totale degli occupanti che impiegano tale via d'esodo

Per quanto concerne la larghezza delle vie d'esodo verticali, con un $R_{vita} = A2$, si deve considerare una larghezza unitaria per persona L_u pari a 4,55 in conformità a quanto previsto nella tabella S.4-29.

R _{vita}	Numero totale dei piani serviti dalla via d'esodo verticale										Δt _{coda}
	1	2 [F]	3	4	5	6	7	8	9	> 9	
A1	4,00	3,60	3,25	3,00	2,75	2,55	2,40	2,25	2,10	2,00	330 s
B1, C1, E1	4,25	3,80	3,40	3,10	2,85	2,65	2,45	2,30	2,15	2,05	310 s
A2	4,55	4,00	3,60	3,25	3,00	2,75	2,55	2,40	2,25	2,10	290 s
B2, C2, D1, E2	4,90	4,30	3,80	3,45	3,15	2,90	2,65	2,50	2,30	2,15	270 s
A3	5,50	4,75	4,20	3,75	3,35	3,10	2,85	2,60	2,45	2,30	240 s
B3, C3, D2, E3	7,30	6,40	5,70	5,15	4,70	4,30	4,00	3,70	3,45	3,25	180 s
A4	14,60	11,40	9,35	7,95	6,90	6,10	5,45	4,95	4,50	4,15	90 s
I valori delle larghezze unitarie sono espressi in mm/persona ed assicurano una durata dell'attesa in coda, per gli occupanti che impiegano la specifica via d'esodo, non superiore a Δt _{coda} . I valori delle larghezze unitarie devono essere incrementati per le <i>scale</i> secondo le indicazioni della tabella S.4-30, oppure per le <i>rampe</i> secondo le indicazioni della tabella S.4-31. [F] Impiegato anche nell'esodo per fasi											

Le 2 scale hanno una larghezza rispettiva di minima superiore a 1200 mm.
 Tali scale conducono a due US Finali che portano a spazio scoperto al piano seminterrato.
 Considerando l'indisponibilità di una scala le 30 persone del piano primo impegnano l'unica scala a disposizione incontrando parte delle persone del piano terra (parte di queste escono dall'ingresso principale).

DENOMINAZIONE	RVITA	AFF.MASSIMO	LARGH. TEORICA COMPLESSIVA	LARGH VIA Es. VERT	LARGH. US FINALE
INTERO EDIFICIO	A2	70 ²	4.55 mm*70 pp = 318 mm	Scala 1 > 1200 mm	US1 = 1000

5.4.11 Larghezza minima delle uscite finali

La larghezza minima dell'uscita finale LF, che consente il regolare esodo degli occupanti provenienti da vie d'esodo orizzontali o verticali, è calcolata come segue: $L_f = \sum_i L_{oi} + \sum_j L_{vj}$

Dove:

- L_f = larghezza minima dell'uscita finale [mm]
- L_{oi} = larghezza i-esima delle vie d'esodo orizzontali che adduce all'uscita finale
- L_{vj} = larghezza larghezza della j-esima via d'esodo verticale che adduce all'uscita finale, come calcolata con le equazioni S.4-2 o S.4-3
- N_o = Numero totale degli occupanti che impiegano tale via d'esodo

Visti i moduli presenti si può ritenere garantito l'esodo finale di tutti gli occupanti dell'attività

² Condizione più sfavorevole

5.4.12 Uscite finali

Le uscite finali risultano posizionate in modo da consentire l'esodo rapido degli occupanti verso luogo sicuro e l'aggravio di affollamento è stato già considerato nell'esodo verticale.

Nel caso di uscite le cui porte non presentano elementi estetici vetrati queste dovranno essere contrassegnate sul lato verso luogo sicuro con Segnale UNI EN ISO 7010- M001, come da illustrazione sottostante S.4-2.



5.4.13 Segnaletica d'esodo ed orientamento (S.4.5.9)

Il sistema delle vie di esodo è facilmente riconosciuto ed impiegato dagli occupanti grazie all'installazione di apposita segnaletica di sicurezza, inoltre all'interno dei locali sono state collocate apposite planimetrie semplificate, correttamente orientate, in cui è stata indicata la posizione del lettore (voi siete qui) ed il layout dell'intero sistema d'esodo.

				
E007 Luogo sicuro	E024 Spazio calmo	E001 Via d'esodo	E026 Via d'esodo verso spazio calmo	E060 Sedia d'evacuazione

Tabella S.4-8: Esempi di segnali UNI EN ISO 7010

5.4.14 Illuminazione di sicurezza

All'interno dell'edificio è necessaria la presenza di un impianto di illuminazione di sicurezza lungo tutto il sistema delle vie d'esodo fino a luogo sicuro. L'impianto di illuminazione di sicurezza è in grado di assicurare un livello di illuminamento sufficiente a garantire l'esodo degli occupanti, conformemente alle indicazioni della norma UNI EN 1838.

5.4.15 Eliminazione o superamento delle barriere architettoniche

L'attività in questione ad oggi non prevede la presenza di persone con disabilità fisica e motoria al piano primo dell'attività. Potrebbero essere presenti tali figure, ma solo al piano terra dove l'esodo è garantito da rampe.

5.5 GESTIONE DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO (CAPITOLO 5.5)

5.5.1 Premessa

La misura antincendio organizzativa e gestionale dell'attività atta a garantirne, nel tempo, un adeguato livello di sicurezza in caso di incendio si indentifica nella GSA. Vengono riportate dal codice sia la tabella che riassume i **livelli di prestazione per la gestione della sicurezza antincendio** introdotti per la presente *misura antincendio*, che le tabelle di attribuzione degli stessi livelli di prestazione.

5.5.2 Livello di prestazione

Viene riportata dal codice sia la tabella che riassume i *livelli di prestazione* introdotti per la presente *misura antincendio*, determinati attraverso i criteri di attribuzione.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Gestione della sicurezza antincendio per il mantenimento delle condizioni di esercizio e di risposta all'emergenza
II	Gestione della sicurezza antincendio per il mantenimento delle condizioni di esercizio e di risposta all'emergenza con struttura di supporto
III	Gestione della sicurezza antincendio per il mantenimento delle condizioni di esercizio e di risposta all'emergenza con struttura di supporto dedicata

Tabella S.5-1: Livelli di prestazione

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Attività ove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none">● profili di rischio:<ul style="list-style-type: none">○ R_{vita} compresi in A1, A2;○ R_{beni} pari a 1;○ $R_{ambiente}$ non significativo;● non prevalentemente destinata ad occupanti con disabilità;● tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -10 m e 54 m;● carico di incendio specifico $q_f \leq 1200 \text{ MJ/m}^2$;● non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative;● non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
II	Attività non ricomprese negli altri criteri di attribuzione
III	Attività ove sia verificato <i>almeno una</i> delle seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none">● profilo di rischio R_{beni} compreso in 3, 4;● se aperta al pubblico: affollamento complessivo > 300 occupanti;● se non aperta al pubblico: affollamento complessivo > 1000 occupanti;● numero complessivo di posti letto > 100 e profili di rischio R_{vita} compresi in D1, D2, Ciii1, Ciii2, Ciii3;● si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative ed affollamento complessivo > 25 occupanti;● si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio ed affollamento complessivo > 25 occupanti.

Tabella S.5-2: Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

5.5.3 Livello di prestazione

Nel caso preso in esame, è quindi possibile attribuire ai diversi compartimenti i livelli di prestazione di seguito indicati in tabella.

COMPARTIMENTO	DESCRIZIONE	RVITA	RBENI	RAMB	LIVELLO DI PRESTAZIONE
INTERO EDIFICIO	Studi, laboratori	A2	1	/	I

5.5.4 Soluzioni conformi per il livello di prestazione I

Nello specifico, la gestione della sicurezza antincendio (**GSA**) relativa all'intero edificio, definisce come sufficiente l'applicazione delle misure relative al secondo livello quali:

Struttura organizzativa minima	Compiti e funzioni
Responsabile dell'attività	<ul style="list-style-type: none">• organizza la GSA in esercizio;• organizza la GSA in emergenza;• [1] predispone, attua e verifica periodicamente il piano d'emergenza;• [1] provvede alla formazione ed informazione del personale su procedure ed attrezzature;• [1] nomina le figure della struttura organizzativa.
[1] Addetti al servizio antincendio	Attuano la GSA in esercizio ed in emergenza.
GSA in esercizio	Come prevista al paragrafo S.5.7, limitatamente ai paragrafi S.5.7.1, S.5.7.3, S.5.7.4, S.5.7.5 e S.5.7.8.
GSA in emergenza	Come prevista al paragrafo S.5.8
[1] Solo se attività lavorativa	

Tabella S.5-3: Soluzioni conformi per il livello di prestazione I

Di seguito si approfondiscono i compiti delle **figure responsabili** per l'emergenza:

Responsabile attività:

- ✓ organizza la GSA
- ✓ predispone, attua e verifica periodicamente il piano d'emergenza;
- ✓ garantisce il mantenimento in efficienza dei sistemi, dispositivi, attrezzature e delle altre misure antincendio adottate, effettuando verifiche di controllo ed interventi di manutenzione;
- ✓ predispone un registro dei controlli, commisurato alla complessità dell'attività, per il mantenimento del livello di sicurezza previsto nella progettazione, nell'osservanza di limitazioni e condizioni d'esercizio ivi indicate;
- ✓ predispone nota informativa e cartellonistica riportante divieti e precauzioni da osservare, numeri telefonici per l'attivazione dei servizi di emergenza, nonché riportante azioni da compiere per l'utilizzo delle attrezzature antincendio e per garantire l'esodo;
- ✓ verifica dell'osservanza di divieti, delle limitazioni e delle condizioni normali di esercizio;
- ✓ provvede a formazione ed informazione del personale su procedure ed attrezzature;
- ✓ nomina le figure della struttura organizzativa;
- ✓ adotta le misure di prevenzione incendi.

Addetti al servizio antincendio:

In condizioni ordinarie, attuano le disposizioni della GSA, in particolare:

- ✓ attuano le misure antincendio preventive;
- ✓ garantiscono la fruibilità delle vie d'esodo;
- ✓ verificano la funzionalità delle misure antincendio protettive.

In condizioni d'emergenza, attuano il piano d'emergenza, in particolare:

- ✓ provvedono allo spegnimento di un principio di incendio;
- ✓ guidano l'evacuazione degli occupanti secondo le procedure adottate;
- ✓ eseguono le comunicazioni previste in emergenza;
- ✓ offrono assistenza alle squadre di soccorso.
- ✓ Alla rivelazione manuale o automatica dell'incendio segue generalmente:
 - ☐ l'immediata attivazione delle procedure d'emergenza;
 - ☐ nelle attività più complesse, la verifica dell'effettiva presenza di un incendio e la successiva attivazione delle procedure d'emergenza.

Dove più specificatamente le misure in esercizio costante ed in emergenza si identificano in:

GSA IN ESERCIZIO

1. La corretta gestione della sicurezza antincendio in esercizio contribuisce all'efficacia delle altre misure antincendio adottate.

2. La gestione della sicurezza antincendio durante l'esercizio dell'attività deve prevedere almeno:

- a. la riduzione della probabilità di insorgenza di un incendio, adottando misure di prevenzione incendi, buona pratica nell'esercizio e programmazione della manutenzione:
 - o ordine e pulizia
 - o riduzione inneschi
 - o riduzione carico incendio
 - o sostituzione materiali combustibili
 - o controllo accessi
 - o formazione personale
- b. il controllo e manutenzione di impianti e attrezzature antincendio, di cui ai paragrafi S.5.7.1, S.5.7.3
 - o Registro controlli
 - o Formazione-Addestramento
 - o Prove di evacuazione
 - o Manutenzione impianti
 - o attrezzature antincendio
- c. la preparazione alla gestione dell'emergenza, tramite la pianificazione delle azioni da eseguire in caso d'emergenza, esercitazioni antincendio e prove d'evacuazione periodiche, di cui al paragrafo S.5.7.4* (cfr. Tab S-5.9) e S.5.7.5
 - o *Pianificazione azioni da eseguire in caso emergenza
 - o Formazione periodica
 - o Redazione planimetrie e documenti per le procedure d'esodo.

GSA IN EMERGENZA

1. La gestione della sicurezza antincendio durante l'emergenza nell'attività deve prevedere almeno:

- a. se si tratta di attività lavorativa: attivazione ed attuazione del piano di emergenza, di cui al paragrafo S.5.7.4*;
- b. se non si tratta di attività lavorativa: attivazione dei servizi di soccorso pubblico, esodo degli occupanti, messa in sicurezza di apparecchiature ed impianti;

- c. qualora previsto, attivazione del centro di gestione delle emergenze secondo indicazioni del paragrafo S.5.7.6, S.5.7.7
- 2. Alla rivelazione manuale o automatica dell'incendio segue generalmente:
 - a. Attivazione delle procedure d'emergenza,
- 3. Presenza continuativa di addetti al servizio antincendio

5.5.5 Centro di Gestione delle Emergenze

Non vi è obbligo di previsione di un centro di gestione delle emergenze in locale presidiato all'interno dell'attività; è previsto un luogo dove confluiscono gli allarmi antincendio da IRAI e dove gli addetti possono intervenire dopo presa visione dei luoghi interessati.

5.6 CONTROLLO DELL'INCENDIO (CAPITOLO 5.6)

5.6.1 Premessa

Questa misura antincendio ha come scopo l'individuazione dei presidi antincendio da installare nell'attività per la sua protezione di base, attuata solo con estintori e per la sua protezione manuale o protezione automatica finalizzata al controllo dell'incendio o anche, grazie a specifici impianti, alla sua completa estinzione.

Vengono riportate dal codice sia la tabella che riassume i **livelli di prestazione per il controllo o l'estinzione dell'incendio** introdotti per la presente *misura antincendio*, che le tabelle di attribuzione degli stessi *livelli di prestazione*.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Nessun requisito
II	Estinzione di un principio di incendio
III	Controllo o estinzione manuale dell'incendio
IV	Inibizione, controllo o estinzione dell'incendio con sistemi automatici estesi a porzioni di attività
V	Inibizione, controllo o estinzione dell'incendio con sistemi automatici estesi a tutta l'attività

Tabella S.6-1: Livelli di prestazione

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Non ammesso nelle attività soggette
II	Ambiti dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none">• profili di rischio:<ul style="list-style-type: none">◦ R_{vita} compresi in A1, A2, B1, B2, Cii1, Cii2, Ciii1, Ciii2;◦ R_{beni} pari a 1, 2;◦ $R_{ambiente}$ non significativo;• tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -5 m e 32 m;• carico di incendio specifico $q_f \leq 600 \text{ MJ/m}^2$;• per compartimenti con $q_f > 200 \text{ MJ/m}^2$: superficie lorda $\leq 4000 \text{ m}^2$;• per compartimenti con $q_f \leq 200 \text{ MJ/m}^2$: superficie lorda qualsiasi;• non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative;• non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
III	Ambiti non ricompresi negli altri criteri di attribuzione.
IV	In relazione alle risultanze della valutazione del rischio nell'ambito e in ambiti limitrofi della stessa attività (es. ambiti di attività con elevato affollamento, ambiti di attività con geometria complessa o piani interrati, elevato carico di incendio specifico q_f , presenza di sostanze o miscele pericolose in quantità significative, presenza di lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio, ...).
V	Su specifica richiesta del committente, previsti da capitolati tecnici di progetto, richiesti dalla autorità competente per costruzioni destinate ad attività di particolare importanza, previsti da regola tecnica verticale.

Tabella S.6-2: Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

5.6.2 Livello di prestazione

Nel caso preso in esame, è quindi possibile attribuire ai diversi compartimenti i *livelli di prestazione* di seguito indicati in tabella.

DENOMINAZIONE	SUPERFICIE (M ²)	QF (MJ/M ²)	RVITA	RBENI	RAMB	LIVELLO DI PRESTAZIONE
INTERO EDIFICIO	3162	< 600	A2	1	/	II→III

Secondo l'Rvita considerato e la tabella di attribuzione delle prestazioni appare non necessaria una rete idranti interna, che tuttavia, è già esistente.

Tale rete idranti è stata considerata nel calcolo del carico di incendio come fattore di riduzione.

La scelta è quella di mantenere tale impianto in efficienza.

5.6.3 Soluzione conforme per il livello di prestazione II

Nell'attività sarà applicato il livello II con la protezione base con estintori. Saranno quindi installati:

- **Estintori d'incendio a protezione dell'intera attività**, secondo le indicazioni del paragrafo S.6.6 e, eventualmente, S.6.7.

5.6.4 Classificazione dei fuochi

I fuochi sono classificati come nella tabella S.6-4. Questa classificazione è definita secondo la natura dei materiali combustibili. Nei laboratori che fanno utilizzo di agenti chimici (liquidi o solidi) e di gas infiammabili, gli estintori ABC come quelli a polvere e ancora meglio quelli idrici sono i più indicati.

Si ricorda che nell'impiego di gas infiammabili l'intercettazione del gas è la misura interventistica prioritaria rispetto a quella dello spegnimento della fiamma. I Bunsen sono apparecchi di laboratorio dotati di elettrovalvola che in caso di spegnimento della fiamma interrompe l'erogazione del gas.



La **Classe di Incendio** relativa risulta riconoscibile nella **A, di materiali solidi**.

In base alla tipologia di incendio e quindi alla tipologia di attività da cui deriva, vengono definiti i migliori **Estinguenti** per contrastare la combustione dei materiali presenti riconoscibili in:

- Acqua con additivi
- Schiuma
- Polvere

5.6.5 Estintori portatili

Gli **estintori in Classe A** a polvere o idrici, vedrebbero una preferenza applicativa per quelli idrici come da nota seguente per evitare la riduzione di visibilità dovuta alla fuoriuscita del contenuto in polvere. (cfr cap. S.6.6.2)

Nei laboratori rileva la presenza di macchine analitiche alimentate a corrente, ne consegue una predisposizione all'utilizzo di estintori CO₂ e a polvere, idrici verranno utilizzati sulle componenti non elettriche.

Si presenteranno in numero uguale al fine di poter agire sia componenti solide che elettriche.

Il numero degli estintori in Classe A verrà determinato **in funzione del profilo di R_{vita}** di riferimento e nel rispetto della **distanza massima di raggiungimento di 30 m** come esposto nella tabella S.6-5 a seguire:

Profilo di rischio R _{vita}	Max distanza di raggiungimento	Minima capacità estinguente	Minima carica nominale
A1, A2	40 m	13 A	6 litri o 6 kg
A3, B1, B2, C1, C2, D1, D2, E1, E2	30 m	21 A	
A4, B3, C3, E3	20 m	27 A	

Tabella S.6-5: Criteri per l'installazione degli estintori di classe A

Gli estintori presenti sono localizzati in posizioni facilmente visibili e raggiungibili, con una quota di impugnatura consigliata h.110 dal piano di calpestio. Si troveranno lungo i percorsi di esodo ed in direzione delle uscite dai locali.

Gli estintori saranno disposti nell'attività secondo il livello di prestazione determinato e nel rispetto delle distanze richieste:

DENOMINAZIONE	SUPERFICIE DEL COMPARTIMENTO (M ²)	RVITA	DISTANZA MAX (M)	CAPACITA' ESTINGUENTE	NUMERO ESTINTORI
PIANO PRIMO	1006	A2	30	34A 233B	7
PIANO TERRA	1074	A2	30	34A 233B	6
PIANO SEMINTERRATO	1082	A2	30	34A 233B	9

5.6.6 Segnaletica

I presidi antincendio devono essere provvisti di segnaletica di sicurezza in conformità alle norme e alle disposizioni legislative applicabili.

5.6.7 Caratteristiche della rete idranti

La rete idranti, data la non obbligatorietà sarà progettata per garantire il livello della UNI 10779 per un livello di di rischio OH1. Il livello 2 prevede il funzionamento contemporaneo di 2 idranti UNI 45 con pressione residua non inferiore a 2 bar (vedi prospetto seguente).

Livello di pericolosità	Tipologie di protezione ed apparecchi considerati contemporaneamente operativi		
	Protezione interna ^{3) 4)}	Protezione esterna ^{4) 5)}	Durata
1	2 idranti a muro ¹⁾ con 120 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa oppure 4 naspi ¹⁾ con 35 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa	Generalmente non prevista	≥ 30 min
2	3 idranti a muro ¹⁾ con 120 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa oppure 4 naspi ¹⁾ con 60 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	4 attacchi di uscita ¹⁾ DN 70 con 300 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	≥ 60 min
3	4 idranti a muro ¹⁾ con 120 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa oppure 6 naspi ¹⁾ con 60 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	6 attacchi di uscita ^{1) 2)} DN 70 con 300 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,4 MPa	≥ 120 min ²⁾
<p>1) Oppure tutti gli apparecchi installati nel compartimento antincendio, o gli attacchi previsti per la protezione esterna, se minori al numero indicato.</p> <p>2) In presenza di impianti automatici di spegnimento il numero di attacchi di uscita DN 70 può essere limitato a 4 e la durata a 90 min.</p> <p>3) Per compartimenti antincendio maggiori di 4 000 m² ed in assenza di protezione esterna, il numero di idranti o naspi contemporaneamente operativi deve essere doppio rispetto a quello indicato.</p> <p>4) Le prestazioni idrauliche richieste si riferiscono a ciascun apparecchio in funzionamento contemporaneo con il numero di apparecchi previsti nel prospetto. Si deve considerare il contemporaneo funzionamento solo di una tipologia di protezione (interna o esterna).</p> <p>5) Nelle attività con livello di pericolosità 2 e 3, per le quali non sia prevista la realizzazione della protezione esterna, si deve comunque installare, in posizione accessibile e sicura, almeno un idrante sopra suolo o sotto suolo, conforme rispettivamente alle norme UNI EN 14384 e UNI EN 14339, atto al rifornimento dei mezzi di soccorso dei vigili del fuoco. Ciascun idrante deve assicurare un'erogazione minima di 300 l/min per almeno 60 minuti e deve essere collegato alla rete (acquedotto) pubblica o privata o, in subordine, derivato dalla stessa rete idranti, prevedendo il contemporaneo funzionamento con la protezione interna.</p>			

5.7 RIVELAZIONE E ALLARME (CAPITOLO 5.7)

5.7.1 Premessa

Gli impianti di rivelazione incendio e segnalazione allarme incendi (IRAI), di seguito denominati impianti, nascono con l'obiettivo principale di rivelare un incendio quanto prima possibile e di lanciare l'allarme al fine di

- attivare le misure protettive (es. impianti automatici di inibizione, controllo o estinzione, ripristino della compartimentazione, evacuazione di fumi e calore, controllo o arresto di impianti tecnologici di servizio e di processo, ...);
- attivare le misure gestionali (es. piano e procedure di emergenza e di esodo, ...) progettate e programmate in relazione all'incendio rivelato ed all'ambito ove tale principio di incendio si è sviluppato rispetto all'intera attività sorvegliata.

Vengono riportate dal **codice** sia la tabella che riassume i **livelli di prestazione per rivelazione ed allarme incendio** introdotti per la presente *misura antincendio*, che le tabelle di attribuzione degli stessi *livelli di prestazione*.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Rivelazione e diffusione dell'allarme di incendio mediante sorveglianza degli ambiti da parte degli occupanti dell'attività.
II	Rivelazione manuale dell'incendio mediante sorveglianza degli ambiti da parte degli occupanti dell'attività e conseguente diffusione dell'allarme.
III	Rivelazione automatica dell'incendio e diffusione dell'allarme mediante sorveglianza di ambiti dell'attività.
IV	Rivelazione automatica dell'incendio e diffusione dell'allarme mediante sorveglianza dell'intera attività.

Tabella S.7-1: Livelli di prestazione

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	<p>Ambiti dove siano verificate tutte le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none">• profili di rischio:<ul style="list-style-type: none">◦ R_{vita} compresi in A1, A2;◦ R_{beni} pari a 1;◦ $R_{ambiente}$ non significativo;• attività non aperta al pubblico;• densità di affollamento $\leq 0,2$ persone/m²;• non prevalentemente destinata ad occupanti con disabilità;• tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -5 m e 12 m;• carico di incendio specifico $q_f \leq 600$ MJ/m²;• superficie lorda di ciascun compartimento ≤ 4000 m²;• non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative;• non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.

II	<p>Ambiti dove siano verificate tutte le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> ◦ R_{vita} compresi in A1, A2, B1, B2; ◦ R_{beni} pari a 1; ◦ $R_{ambiente}$ non significativo; • densità di affollamento $\leq 0,7$ persone/m²; • tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -10 m e 54 m; • carico di incendio specifico $q_f \leq 600$ MJ/m²; • non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative; • non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
III	Ambiti non ricompresi negli altri criteri di attribuzione.
IV	In relazione alle risultanze della valutazione del rischio nell'ambito e in ambiti limitrofi della stessa attività (es. ambiti o attività con elevato affollamento, ambiti o attività con geometria complessa o piani interrati, elevato carico di incendio specifico q_f , presenza di sostanze o miscele pericolose in quantità significative, presenza di lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio, presenza di inneschi significativi,...).

Tabella S.7-2: Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

5.7.2 Livelli di prestazione

Nel caso preso in esame, è quindi possibile attribuire all'attività i livelli di prestazione di seguito indicati in tabella:

DENOMINAZIONE	SUPERFICIE (M ²)	QF (MJ/M ²)	RVITA	RBENI	RAMB	LIVELLO DI PRESTAZIONE
INTERA ATTIVITÀ	1006	< 600	A2	1	/	I→III

Anche in questa soluzione progettuale come la precedente, è presente un impianto IRAI progettato e realizzato conformemente alle norme tecniche specifiche che viene tenuto in considerazione ai fini della riduzione del carico di incendio, ma soprattutto per l'aumento delle lunghezze dei corridoi ciechi.

5.7.3 Soluzioni progettuali conformi per i livelli di prestazione III

Devono essere rispettate le prescrizioni del livello di prestazione III.

- La funzione principale A (rivelazione automatica dell'incendio) deve essere estesa a tutta l'attività.
- Devono essere previste le funzioni secondarie per consentire:
 - a. il controllo e l'avvio automatico di sistemi di protezione attiva, compresi i sistemi di chiusura dei varchi nella compartimentazione (es. chiusura delle serrande tagliafuoco, sgancio delle porte tagliafuoco, ...);
 - b. il controllo e l'arresto degli impianti tecnologici, di servizio o di processo non destinati a funzionare in caso di incendio.
 - c. In esito alle risultanze della valutazione del rischio, in attività con affollamenti elevati o geometrie complesse può essere prevista l'installazione di un sistema EVAC secondo le indicazioni del paragrafo S.7.6. (NON PREVISTA)
 - d. Saranno inoltre presenti segnalazioni gas diversi presenti nei vari ambienti.

In conformità con la sezione S.7.4 del codice saranno presenti le seguenti funzioni IRAI:
Le soluzioni conformi sono descritte in relazione alle funzioni previste dalle norme adottate dall'ente di normazione nazionale e riportate nelle tabelle S.7-3/4 con le funzioni espresse nelle tabelle S.7-5/6.

Livello di prestazione	Aree sorvegliate	Funzioni minime degli IRAI		Funzioni di evacuazione ed allarme	Funzioni di impianti [1]
		Funzioni principali	Funzioni secondarie		
I	-	[2]		[3]	[4]
II	-	B, D, L, C	-	[9]	[4]
III	[12]	A, B, D, L, C	E, F [5], G, H, N [6]	[9]	[4] o [11]
IV	Tutte	A, B, D, L, C	E, F [5], G, H, M [7], N, O [8]	[9] o [10]	[11]

[1] Funzioni di avvio protezione attiva ed arresto o controllo di altri impianti o sistemi.
[2] Non sono previste funzioni, la rivelazione e l'allarme sono demandate agli occupanti.
[3] L'allarme è trasmesso tramite segnali convenzionali codificati nelle procedure di emergenza (es. a voce, suono di campana, accensione di segnali luminosi, ...) comunque percepibili da parte degli occupanti.
[4] Demandate a procedure operative nella pianificazione d'emergenza.
[5] Funzioni E ed F previste solo quando è necessario trasmettere e ricevere l'allarme incendio.
[6] Funzioni G, H ed N non previste ove l'avvio dei sistemi di protezione attiva e controllo o arresto altri impianti sia demandato a procedure operative nella pianificazione d'emergenza.
[7] Funzione M prevista solo se richiesta l'installazione di un EVAC.
[8] Funzione O prevista solo in attività dove si prevedono applicazioni domotiche (*building automation*).
[9] Con dispositivi di diffusione visuale e sonora o altri dispositivi adeguati alle capacità percettive degli occupanti ed alle condizioni ambientali (es. segnalazione di allarme ottica, a vibrazione, ...).
[10] Per elevati affollamenti, geometrie complesse, può essere previsto un sistema EVAC secondo norma UNI ISO 7240-19.
[11] Automatiche su comando della centrale o mediante centrali autonome di azionamento (asservite alla centrale master), richiede le funzioni secondarie E, F, G, H ed N della EN 54-1.
[12] Spazi comuni, vie d'esodo (anche facenti parte di sistema d'esodo comune) e spazi limitrofi, compartimenti con profili di rischio R_{vix} in Cii1, Cii2, Cii3, Ciii1, Ciii2, Ciii3, D1 e D2, aree dei beni da proteggere, aree a rischio specifico.

Tabella S.7-3: Soluzioni conformi per rivelazione ed allarme incendio

A, Rivelazione automatica dell'incendio
B, Funzione di controllo e segnalazione
D, Funzione di segnalazione manuale
L, Funzione di alimentazione
C, Funzione di allarme incendio

Tabella S.7-5: Funzioni principali degli IRAI secondo EN 54-1 e UNI 9795

E, Funzione di trasmissione dell'allarme incendio
F, Funzione di ricezione dell'allarme incendio
G, Funzione di comando del sistema o attrezzatura di protezione contro l'incendio
H, Sistema o impianto automatico di protezione contro l'incendio
J, Funzione di trasmissione dei segnali di guasto
K, Funzione di ricezione dei segnali di guasto
M, Funzione di controllo e segnalazione degli allarmi vocali
N, Funzione di ingresso e uscita ausiliaria
O, Funzione di gestione ausiliaria (<i>building management</i>)

Tabella S.7-6: Funzioni secondarie degli IRAI secondo EN 54-1 e UNI 9795

5.7.4 Specifiche di impianto

Nell'attività tutte le aree saranno protette da impianto fisso di rivelazione incendio e segnalazione manuale, progettato (e **successivamente installato, collaudato e gestito**) secondo le norme di buona tecnica vigenti, in grado di rilevare e segnalare a distanza un principio di incendio.

Saranno presenti punti di segnalazione manuale che verranno utilizzati per l'inoltro manuale dell'allarme. L'azionamento del punto di segnalazione richiede la rottura o lo spostamento di un elemento frangibile, facente parte della superficie frontale. Ogni punto di segnalazione sarà raggiungibile con un percorso non superiore a 30 m in quanto attività a rischio medio e saranno installati lungo le vie di esodo ed in prossimità delle uscite di emergenza.

Saranno installati ad una altezza compresa tra 1,00 e 1,6 m.

I punti di segnalazione manuale devono essere protetti contro l'azionamento accidentale e devono essere segnalati con apposito cartello.



Alla segnalazione manuale dell'allarme incendio seguirà la trasmissione ad una centralina di controllo conforme alla UNI EN 54-2.

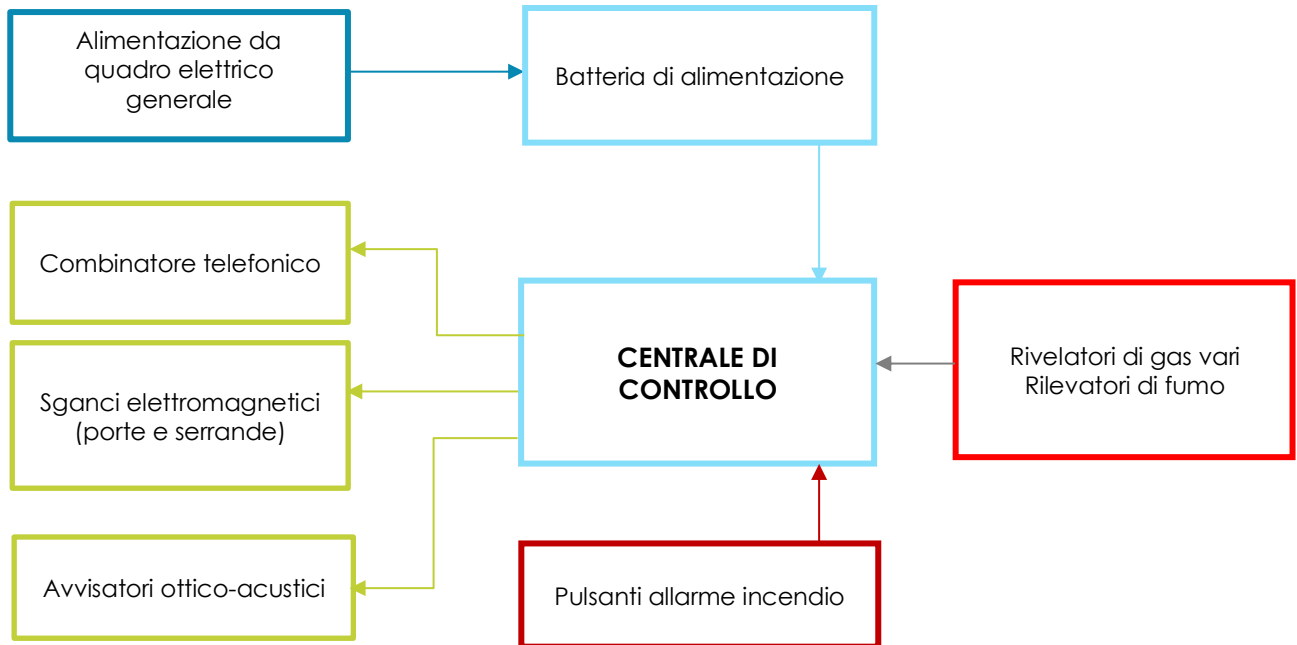
La centrale sarà ubicata in un luogo permanentemente e facilmente accessibile e protetto dai danni di un eventuale incendio.

La gestione dell'emergenza e l'eventuale evacuazione sarà attivata attraverso i dispositivi acustici e luminosi, distribuiti all'interno dell'area sorvegliata. Tali dispositivi, normalmente costituiti da sirene, da campane, da pannelli luminosi con la scritta "Allarme incendio", saranno distinguibili in modo chiaro al fine di favorire un tempestivo esodo delle persone e lo sgombero dei beni.

Il livello acustico percepibile deve essere maggiore di 5 dB(A) rispetto al rumore ambientale esterno. La percezione acustica degli occupanti deve essere compresa tra 65 dB(A) ed i 120 dB(A).



5.7.5 Schema a blocchi impianto



5.8 CONTROLLO DI FUMI E CALORE (CAPITOLO 5.8)

5.8.1 Premessa

La presente misura antincendio ha come scopo l'individuazione dei presidi antincendio da installare nell'attività per consentire il controllo, l'evacuazione o lo smaltimento dei prodotti della combustione in caso di incendio.

Vengono riportate dal **codice** sia la tabella che riassume i **livelli di prestazione per il controllo di fumo e calore** introdotti per la presente *misura antincendio*, che le tabelle di attribuzione degli stessi **livelli di prestazione**.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Nessun requisito
II	Deve essere possibile smaltire fumi e calore dell'incendio dai compartimenti al fine di facilitare le operazioni delle squadre di soccorso.
III	Deve essere mantenuto nel compartimento uno strato libero dai fumi che permetta: <ul style="list-style-type: none">la salvaguardia degli occupanti e delle squadre di soccorso,la protezione dei beni, se richiesta. Fumi e calore generati nel compartimento non devono propagarsi ai compartimenti limitrofi.

Tabella S.8-1: Livelli di prestazione

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Compartimenti dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none">non adibiti ad attività che comportino presenza di occupanti, ad esclusione di quella occasionale e di breve durata di personale addetto;carico di incendio specifico $q_f \leq 600 \text{ MJ/m}^2$;per compartimenti con $q_f > 200 \text{ MJ/m}^2$: superficie lorda $\leq 25 \text{ m}^2$;per compartimenti con $q_f \leq 200 \text{ MJ/m}^2$: superficie lorda $\leq 100 \text{ m}^2$;non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative;non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
II	Compartimento non ricompreso negli altri criteri di attribuzione.
III	In relazione alle risultanze della valutazione del rischio nell'ambito e in ambiti limitrofi della stessa attività (es. attività con elevato affollamento, attività con geometria complessa o piani interrati, elevato carico di incendio specifico q_f , presenza di sostanze o miscele pericolose in quantità significative, presenza di lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio, ...).

Tabella S.8-2: Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

5.8.2 Livello di prestazione

Nel caso preso in esame, è quindi possibile attribuire ai diversi compartimenti i *livelli di prestazione* di seguito indicati in tabella.

DENOMINAZIONE	SUPERFICIE (M ²)	QF (MJ/M ²)	RVITA	LIVELLO DI PRESTAZIONE
PIANO SEMINTERRATO	1006	350	A2	II
PIANO TERRA	1074	420	A2	II
PIANO PRIMO	1082	325	A2	II

5.8.3 Soluzioni progettuali conformi per il livello di prestazione II

È considerata soluzione conforme per il **livello di prestazione II** della misura **controllo di fumi e calore** (misura S.8), lo smaltimento di fumo e calore d'emergenza dimensionato in accordo con le seguenti indicazioni:

- Smaltimento di fumo e calore** da tutti gli ambiti dell'area;
- Utilizzo sicuro e senza impedimento delle vie d'esodo**
- Previsione **indicazioni specifiche per la gestione in emergenza delle aperture di smaltimento** (capitolo S.5) come, per esempio, cartelli indicanti gli strumenti atti a garantire la facile apertura degli infissi, ecc..

Per l'attività, come da sezione S.8.5, saranno disponibili infissi con superficie utile totale calcolata secondo la tabella seguente:

Tipo di dimensionamento	Carico di incendio specifico q_f	SE [1] [2]	Requisiti aggiuntivi
SE1	$q_f \leq 600 \text{ MJ/m}^2$	$A / 40$	-
SE2	$600 < q_f \leq 1200 \text{ MJ/m}^2$	$A \cdot q_f / 40000 + A / 100$	-
SE3	$q_f > 1200 \text{ MJ/m}^2$	$A / 25$	10% di SE di tipo SEa o SEb o SEc
[1] Con SE superficie utile delle aperture di smaltimento in m^2			
[2] Con A superficie lorda di ciascun piano del compartimento in m^2			

Tabella S.8-5: Tipi di dimensionamento per le aperture di smaltimento

DENOMINAZIONE	SUPERFICIE (m^2)	DIMENSIONAMENTO	QF (MJ/m^2)	DIMENSIONAMENTO AREA RICHIESTA	TIPOLOGIA
PIANO SEMINTERRATO	1006	SE1	< 600	$1006 \text{ MQ} / 40 = 25 \text{ MQ}$	SEd
PIANO TERRA	1074	SE2	< 600	$1074 \text{ MQ} / 40 = 27 \text{ MQ}$	SEd
PIANO PRIMO	1082	SE3	< 600	$1082 \text{ MQ} / 40 = 27 \text{ MQ}$	SEd

Porte conteggiate nel calcolo della ventilazione saranno esclusivamente quelle facilmente apribili manualmente, prive di sistemi di apertura elettrica.

Le finestre saranno quelle presenti in facciata apribili manualmente.

Tipo di impiego	Descrizione
SEa	Permanentemente aperte
SEb	Dotate di sistema automatico di apertura con attivazione asservita ad IRAI
SEc	Provviste di elementi di chiusura (es. infissi, ...) ad apertura comandata da posizione protetta e segnalata
SEd	Provviste di elementi di chiusura non permanenti (es. infissi, ...) apribili anche da posizione non protetta
SEe	Provviste di elementi di chiusura permanenti (es. lastre in polimero PMMA, policarbonato, ...) per cui sia possibile l'apertura nelle effettive condizioni d'incendio (es. condizioni termiche generate da incendio naturale sufficienti a fondere efficacemente l'elemento di chiusura, ...) o la possibilità di immediata demolizione da parte delle squadre di soccorso.

Tabella S.8-4: Tipi di realizzazione delle aperture di smaltimento

Le aperture di smaltimento sono costituite dalle finestre apribili disposte lungo tutto il perimetro distribuite in modo uniforme,

Eventuali locali, come depositi potranno essere compartimentati se presentano superficie minima che non arriva a 25 mq ed un carico di incendio garantito sotto i 600 MJ/mq.

Le particolari caratteristiche di tali locali permettono di non esigere requisiti di ventilazione come da indicazione per il livello I della Tabella S 8.1.

5.8.4 Verifica della distribuzione uniforme delle aperture di smaltimento

Come indicato nel precedente capitolo 4.8.3, è necessaria la verifica della distribuzione uniforme delle aperture che permettono l'areazione del compartimento unico

Tale verifica prevede:

- ✓ raggio di influenza r_{offset} pari a 20 m per tutte le tipologie di aperture di smaltimento

La limitata profondità dell'edificio stesso, pari a circa 14 m, rende facilmente verificabile tale requisito.

5.9 OPERATIVITÀ ANTINCENDIO (CAPITOLO S.9)

5.9.1 Premessa

L'operatività antincendio ha lo scopo di agevolare l'effettuazione di interventi di soccorso dei vigili del fuoco in tutte le attività.

Vengono riportate dal codice sia la tabella che riassume i *livelli di prestazione* introdotti per la presente *misura antincendio*, che le tabelle di attribuzione degli stessi *livelli di prestazione*.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Nessun requisito
II	Accessibilità per mezzi di soccorso antincendio
III	Accessibilità per mezzi di soccorso antincendio Pronta disponibilità di agenti estinguenti Possibilità di controllare o arrestare gli impianti tecnologici e di servizio dell'attività, compresi gli impianti di sicurezza
IV	Accessibilità per mezzi di soccorso antincendio Pronta disponibilità di agenti estinguenti Possibilità di controllare o arrestare gli impianti tecnologici e di servizio dell'attività, compresi gli impianti di sicurezza Accessibilità protetta per i Vigili del fuoco a tutti i piani dell'attività Possibilità di comunicazione affidabile per soccorritori

Tabella S.9-1: Livelli di prestazione

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Non ammesso nelle attività soggette
II	Opere da costruzione dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none">• profili di rischio:<ul style="list-style-type: none">◦ R_{vita} compresi in A1, A2, B1, B2;◦ R_{beni} pari a 1;◦ $R_{ambiente}$ non significativo;• densità di affollamento $\leq 0,2$ persone/m²;• tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -5 m e 12 m;• carico di incendio specifico $q_f \leq 600$ MJ/m²;• per compartimenti con $q_f > 200$ MJ/m²: superficie lorda ≤ 4000 m²;• per compartimenti con $q_f \leq 200$ MJ/m²: superficie lorda qualsiasi;• non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative;• non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
III	Opere da costruzione non ricomprese negli altri criteri di attribuzione.
IV	Opere da costruzione dove sia verificata <i>almeno una</i> delle seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none">• profilo di rischio R_{beni} compreso in 3, 4;• se aperta al pubblico: affollamento complessivo > 300 occupanti;• se non aperta al pubblico: affollamento complessivo > 1000 occupanti;• numero totale di posti letto > 100 e profili di rischio R_{vita} compresi in D1, D2, Ciii1, Ciii2, Ciii3;• si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative ed affollamento complessivo > 25 occupanti;• si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio ed affollamento complessivo > 25 occupanti.

Tabella S.9-2: Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

5.9.2 Livello di prestazione

Nel caso preso in esame si attribuisce il livello di prestazione **II** e si applica soluzione progettuale di tipo conforme.

5.9.3 Soluzioni conformi per il livello di prestazione III

COMPARTIMENTO	DESTINAZIONE D'USO	RVITA	RBENI	LIVELLO DI PRESTAZIONE
INTERA ATTIVITÀ	Laboratori, uffici	A2	1	II

Al fine di rispettare quanto richiesto dal livello prestazionale, sarà fondamentale:

- ✓ Assicurare la possibilità di avvicinamento dei mezzi di soccorso antincendio secondo quanto prescritto all'interno della tab. S.9-5, a distanza ≤ 50 m dagli accessi utilizzati dagli eventuali soccorritori a quelli dei compartimenti dell'attività.

Larghezza: 3,50 m;
Altezza libera: 4,00 m;
Raggio di volta: 13,00 m;
Pendenza: $\leq 10\%$;
Resistenza al carico: almeno 20 tonnellate, di cui 8 sull'asse anteriore e 12 sull'asse posteriore con passo 4 m.

Tabella S.9-5: Requisiti minimi accessi all'attività da pubblica via per mezzi di soccorso

- ✓ In caso di attività progettata per i livelli di prestazione I o II di resistenza al fuoco previsti nel capitolo S.2, la distanza di cui al comma 1 non deve comunque essere inferiore alla massima altezza dell'opera da costruzione. Tale distanza deve essere segnalata mediante un cartello UNI EN ISO 7010-M001 riportante il messaggio "Costruzione progettata per livello di prestazione di resistenza al fuoco inferiore a III" di cui all'illustrazione S.9-1.



- ✓ Gli organi di intercettazione, controllo, arresto e manovra degli impianti tecnologici e di processo al servizio dell'attività rilevanti ai fini dell'incendio (es. impianto elettrico, adduzione gas tecnici, impianti di ventilazione, ecc...) devono essere ubicati in posizione segnalata e facilmente raggiungibile durante l'incendio. La posizione e le logiche di funzionamento devono essere considerate nella gestione della sicurezza antincendio (capitolo S.5), anche ai fini di agevolare l'operato delle squadre dei Vigili del fuoco.

5.10 SICUREZZA DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI E DI SERVIZIO (CAPITOLO S.10)

5.10.1 Premessa

Ai fini della sicurezza antincendio devono essere considerati almeno i seguenti impianti tecnologici e di servizio:

- a) produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica;
- b) protezione contro le scariche atmosferiche;
- c) deposito, trasporto, distribuzione e utilizzazione di solidi, liquidi e gas combustibili, infiammabili e comburenti;
- d) riscaldamento, climatizzazione, condizionamento e refrigerazione, comprese le opere di evacuazione dei prodotti della combustione, e di ventilazione ed aerazione dei locali.

In questo caso, la tabella di assegnazione dei *livelli di prestazione* della sicurezza è univoca per tutti i compartimenti.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Impianti progettati, realizzati, eserciti e mantenuti in efficienza secondo la regola d'arte, in conformità alla regolamentazione vigente, con requisiti di sicurezza antincendio specifici.

Tabella S.10-1: Livelli di prestazione

5.10.2 Livello di prestazione

Nel caso preso in esame si attribuisce il livello di prestazione **I** per tutta l'attività e si applica soluzione progettuale di tipo conforme.

Il livello di prestazione cui si fa riferimento è unico, porta necessariamente ad affermare che, tutti gli impianti tecnologici e di servizio debbano essere progettati e realizzati a regola d'arte.

All'interno dell'attività saranno presenti i seguenti impianti tecnologici e di servizio:

- ✓ produzione, trasformazione, trasporto distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica
- ✓ impianti di riscaldamento comprese opere di ventilazione ed aerazione dei locali.
- ✓ impianto di illuminazione di sicurezza
- ✓ impianto di messa a terra

5.10.3 Impianto elettrico, illuminazione e forza motrice, comando di emergenza

Nell'attività, l'energia elettrica è utilizzata sia per l'illuminazione sia per il funzionamento degli eventuali impianti e delle attrezzature di cui saranno dotati i laboratori.

Tutte le apparecchiature, i materiali, le installazioni e gli impianti elettrici degli ambienti saranno realizzati conformemente alla regola dell'arte e la conformità sarà attestata secondo le procedure previste dal DM 22 gennaio 2008, n. 37.

In particolare, ai fini della prevenzione incendi l'impianto elettrico:

- ✓ Gli impianti per la produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica avranno caratteristiche strutturali e possibilità di intervento, individuate nel piano di emergenza, tali da non costituire pericolo durante le operazioni di estinzione dell'incendio e di messa in sicurezza dell'attività.
- ✓ I quadri elettrici installati lungo le vie di esodo non costituiscono ostacolo al deflusso degli occupanti.
- ✓ i quadri elettrici installati in ambienti aperti al pubblico, saranno protetti almeno con una porta frontale con chiusura a chiave.
- ✓ Gli impianti di cui al paragrafo S.10.1, che abbiano una funzione ai fini della gestione dell'emergenza, avranno una alimentazione elettrica di sicurezza con le caratteristiche minime indicate nella tabella S.10-2.

Utenza	Interruzione	Autonomia
Illuminazione di sicurezza, IRAI, sistemi di comunicazione in emergenza	Interruzione breve ($\leq 0,5$ s)	> 30' [1]
Scale e marciapiedi mobili utilizzati per l'esodo [3], ascensori antincendio, SEFC	Interruzione media (≤ 15 s)	> 30' [1]
Sistemi di controllo o estinzione degli incendi	Interruzione media (≤ 15 s)	> 120' [2]
Ascensori di soccorso	Interruzione media (≤ 15 s)	> 120'
Altri Impianti	Interruzione media (≤ 15 s)	> 120'
[1] L'autonomia deve essere comunque congrua con il tempo disponibile per l'esodo dall'attività [2] L'autonomia può essere inferiore e pari al tempo di funzionamento dell'impianto [3] Solo se utilizzate in movimento durante l'esodo		

Tabella S.10-2: Autonomia minima ed interruzione dell'alimentazione elettrica di sicurezza

- ✓ I circuiti di sicurezza saranno chiaramente identificati. Su ciascun dispositivo di protezione del circuito o impianto elettrico di sicurezza deve essere apposto un segnale riportante la dicitura "Non manovrare in caso d'incendio".
- ✓ Nelle eventuali aree classificate con rischio di formazione di atmosfere esplosive saranno impiegati impianti e materiali idonei all'applicazione (ATEX).
- ✓ Gli impianti, con funzione ai fini della gestione dell'emergenza, disporranno di alimentazione elettrica di sicurezza con le caratteristiche minime richieste dalle normative.

5.10.4 Impianto di illuminazione di sicurezza

In caso di emergenza, sarà attivato l'impianto di illuminazione con indicazione dei percorsi di esodo che si associa alle posizioni della normale illuminazione al fine di garantire una marcata visibilità anche in presenza di guasti o incidenti al sistema principale.

Le luci di emergenza si trovano posizionate in corrispondenza dei punti luce del sistema ordinario e garantiranno 5 lux a 1 m dal suolo con durata non inferiore a 1 h.

Saranno illuminati anche i percorsi esterni fino al raggiungimento del punto di raccolta designato.

5.10.5 Impianto di messa a terra

L'attività sarà dotata di idoneo impianto di messa a terra verificato con cadenza periodica quinquennale, ai sensi del DPR 462/01 da organismi notificati.

Sarà inoltre redatta idonea valutazione del rischio fulminazione in riferimento alle nuove normative CEI nel rispetto delle indicazioni del Decreto legislativo 81/2008 e s.m.i. (artt. 17 e 84).

5.10.6 Impianti termici

Il riscaldamento degli ambienti è garantito da teleriscaldamento.

6 PROGETTAZIONE DELLE AREE A RISCHIO SPECIFICO (RTV.1)

Anche conseguentemente all'ampliamento del piano secondo non sussistono aree a rischio specifico per le quali è necessario attuare adeguamenti di sicurezza antincendio.

7 AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE (RTV.2)

Le attività soggette con presenza di rischio derivante da atmosfere potenzialmente esplosive devono disporre della documentazione tecnica attestante l'idoneità dei prodotti installati per lo specifico uso nel luogo di utilizzo e/o di lavoro, in conformità anche del gruppo e della categoria del prodotto, nonché di tutte le indicazioni fornite dal fabbricante e necessarie per il funzionamento sicuro degli stessi.

L'analisi delle zone classificate sotto profilo esplosione costituisce allegato alla presente.

8 ASCENSORI (RTV.3)

Per gli impianti di sollevamento di seguito si riportano le indicazioni di cui al Codice di Prevenzione Incendi D.M.03.08.2015 e s.m.i., non essendo queste esplicitamente indicate nella RTO.

Di seguito si riportano le prestazioni generali che saranno garantite per tutti gli impianti:

- ✓ saranno costituiti da materiali appartenente al gruppo GM0 di reazione al fuoco le pareti, le porte ed i portelli di accesso, i setti di separazione tra vano di corsa, locale macchinario, locale delle pulegge di rinvio e l'intelaiatura di sostegno della cabina;
- ✓ i fori di comunicazione attraverso i setti di separazione per passaggio di funi, cavi o tubazioni, devono avere le dimensioni minime indispensabili;
- ✓ i vani ascensori saranno aerati in modo da smaltire i fumi e il calore dell'incendio (livello II di prestazione - controllo di fumi e calore Capitolo 5.8 DM 03/08/2015 e s.m.i.). Pertanto, si prevederà una superficie di smaltimento di fumi e calore pari a 1/40 della superficie in pianta;
- ✓ gli ascensori devono essere realizzati in conformità alla norma UNI EN 81-73;
- ✓ **in caso di incendio, è vietato l'utilizzo degli ascensori non specificatamente progettati a tal fine. Tali ascensori devono essere contrassegnati da appositi segnali conformi alla regola dell'arte e facilmente visibili a tutti i piani;**
- ✓ in prossimità dell'accesso degli spazi o locale del macchinario, ove presente, sarà posizionato un estintore.

8.1 PRESCRIZIONI PER GLI ASCENSORI DI TIPO SA (VANI APERTI)

Il vano degli ascensori di tipo SA sarà di tipo aperto non avendo una compartimentazione per piano (orizzontale) da garantire.

8.2 ORGANIZZAZIONE E GESTIONE DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO

8.2.1 Generalità

Nell'attività saranno collocate in vista le planimetrie semplificate dei locali, recanti la disposizione delle indicazioni delle vie di esodo e dei mezzi antincendio.

Presso un locale di facile accesso o il punto di gestione delle emergenze (che può coincidere con il locale dove convergono allarmi incendio), presidiato durante l'orario di attività, faranno capo le segnalazioni di allarme ed è disponibile il piano di emergenza ed una planimetria generale, per le squadre di soccorso, riportante la ubicazione:

- ✓ delle vie di uscita (corridoi, scale, uscite);
- ✓ dei mezzi e degli impianti di estinzione;
- ✓ dei dispositivi di arresto dell'impianto di ventilazione;
- ✓ dei dispositivi di arresto degli impianti elettrici e dell'impianto di distribuzione di gas combustibile;
- ✓ dei vari ambienti di pertinenza con indicazione delle relative destinazioni d'uso.

Il **responsabile dell'attività** provvederà affinché nel corso della gestione non vengano alterate le condizioni di sicurezza, ed in particolare che:

- ✓ i sistemi di vie di uscita vengano tenuti costantemente sgombri da qualsiasi materiale che possa ostacolare l'esodo delle persone e costituire pericolo per la propagazione di un incendio
- ✓ vengano mantenuti efficienti i presidi antincendio, eseguendo prove periodiche con cadenza non superiore a 6 mesi
- ✓ vengano mantenuti costantemente efficienti gli impianti elettrici, in conformità a quanto previsto dalle normative vigenti
- ✓ vengano mantenuti costantemente in efficienza i dispositivi di sicurezza degli impianti di ventilazione, condizionamento e riscaldamento
- ✓ vengano mantenuti presi opportuni provvedimenti di sicurezza in occasione di situazioni particolari, quali manutenzioni e risistemazioni
- ✓ venga fatto osservare il divieto di fumare negli ambienti ove tale divieto è previsto per motivi di sicurezza

8.2.2 Chiamata dei servizi di soccorso

La procedura di chiamata dei servizi di soccorso deve essere condotta dal personale interno una volta verificata l'entità dell'emergenza e allertare immediatamente i soccorsi componendo il NUE (Numero unico delle Emergenze 112).

8.2.3 Informazione e formazione del personale

Il **responsabile dell'attività** provvederà affinché, in caso di incendio, **il personale sia in grado di usare correttamente i mezzi disponibili per le operazioni di primo intervento**, nonché ad azionare il sistema di allarme e il sistema di chiamata di soccorso.

Tali operazioni saranno chiaramente indicate al personale ed impartite anche in forma scritta.

La formazione deve essere erogata secondo articolo 37 del D.lgs. 81/08 con riferimento al programma allegato al DM 02/09/2021 o ss.mm.ii.

La formazione sarà soggetta ad aggiornamento periodico.

In caso di incendio, il personale sarà tenuto a svolgere azioni contenute nel piano di emergenza ed evacuazione appositamente redatto.

Su ciascun piano sarà esposta una planimetria d'orientamento, in prossimità delle vie di esodo.

8.2.4 Piano di emergenza ed evacuazione

Tutti gli **adempimenti necessari per una corretta gestione della sicurezza antincendio saranno pianificati in un apposito documento**, che specifichi in particolare:

- ✓ i controlli
- ✓ gli accorgimenti per prevenire gli incendi
- ✓ gli interventi manutentivi
- ✓ l'informazione e l'addestramento del personale
- ✓ le istruzioni per il pubblico
- ✓ le procedure da attuare in caso di incendio

8.2.5 Registro della sicurezza antincendio

Il responsabile dell'attività o personale da lui incaricato, provvederà a registrare i controlli e gli interventi di manutenzione sui seguenti impianti ed attrezzature, finalizzate alla sicurezza antincendio:

- ✓ sistema di allarme ed impianti di rivelazione e segnalazione automatica degli incendi
- ✓ sistema EVAC di allarme vocale interno ad ogni edificio (se presente)
- ✓ sistemi di rivelazione gas infiammabili e comburenti, o tossici e nocivi.
- ✓ attrezzature ed impianti di spegnimento
- ✓ sistema di evacuazione fumi e calore
- ✓ impianti elettrici di sicurezza
- ✓ porte ed elementi di chiusura per i quali è richiesto il requisito di resistenza al fuoco

Sarà inoltre oggetto di registrazione l'addestramento antincendio fornito al personale. Tale registro sarà tenuto aggiornato e reso disponibile in occasione dei controlli dell'autorità competente.

8.2.6 Segnaletica Di Sicurezza

L'attività è dotata di segnaletica di sicurezza conforme al decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e alla Norma UNI EN ISO 7010:2012, con l'indicazione di:

- uscite di sicurezza e i relativi percorsi d'esodo;
- ubicazione dei mezzi fissi e portatili di estinzione incendi;
- divieti di fumare ed uso di fiamme libere;
- pulsanti di sgancio dell'alimentazione elettrica;
- punti di ritrovo



CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI CON PERICOLO DI ESPLOSIONE PER LA PRESENZA DI POLVERI, GAS E VAPORI O NEBBIE INFIAMMABILI

Classificazione e analisi del rischio dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di Gas e vapori infiammabili in conformità alla Norma EN IEC 60079-10-1:2021, CEI EN 60079-10-2, Norma UNI EN 1127-1 e Norma UNI CEI 70029

<u>EDIZ. N.R</u>	0
<u>REV. N.RO</u>	1
<u>DATA</u>	11/03/2024
<u>OGGETTO</u>	Nuova edizione
<u>SEDE OGGETTO ANALISI</u>	ATS INSUBRIA Via O. Rossi, 9 21100 Varese (VA)
<u>IL TECNICO:</u>	Dr. Chimico Alessandro Franciosi Iscrizione Ordine Interprovinciale dei Chimici e Fisici della Lombardia n. A3536 Iscrizione Elenchi del Ministero dell'Interno di cui all'art. 16 comma 4 del D.Lgs. 139/06 n. MI03536C00069

Indice delle revisioni

EDIZ. N.ro	REV. N.ro	DATA	DESCRIZIONE DELLE MODIFICHE
0	1	11/03/2024	Revisione
0	0	28/02/2024	Prima classificazione ATEX

Indice

1. PREMESSA.....	4
2. INTRODUZIONE	5
2.1. DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI	7
2.1. CARATTERISTICHE CHIMICO FISICHE DELLE SOSTANZE INFIAMMABILI	9
3. PROCEDIMENTO DI CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI CON PERICOLO D'ESPLOSIONE	11
3.1. GENERALITÀ.....	11
3.1.1. <i>atmosfera esplosiva</i>	11
3.1.2. <i>zone dei luoghi in cui possono formarsi atmosfere esplosive</i>	12
3.2. INDIVIDUAZIONE DEI PARAMETRI FONDAMENTALI PER CLASSIFICARE	13
3.3. GAS, VAPORI E NEBBIE	13
3.3.1. <i>Presenza e tipologia delle sostanze infiammabili</i>	13
3.3.2. <i>Grado di dispersione delle sostanze infiammabili</i>	14
3.3.3. <i>Tipologia dell'ambiente</i>	14
3.3.4. <i>Sorgente di emissione</i>	14
3.3.5. <i>Ventilazione dell'ambiente</i>	15
3.3.6. <i>Influenza della Ventilazione sui tipi di Zone</i>	16
3.3.7. <i>Controllo dell'emissione</i>	16
3.3.8. <i>Controllo dell'atmosfera nell'intorno di specifiche SE</i>	17
3.3.9. <i>Disponibilità dei sistemi di controllo</i>	17
3.4. POLVERI COMBUSTIBILI	19
3.4.1. <i>Combustibilità</i>	20
3.4.2. <i>Esplodibilità</i>	20
3.4.3. <i>Grandezza media delle particelle di polvere e granulometria</i>	21
3.4.4. <i>Contenuto di umidità e di altre sostanze inertizzanti</i>	24
3.4.5. <i>Energie minima di innesco</i>	24
3.4.6. <i>concentrazione di ossigeno nell'atmosfera</i>	24
3.4.7. <i>Campo di esplodibilità (LEL - UEL)</i>	25
3.4.8. <i>La sorgente di emissione</i>	25
3.4.9. <i>strati</i>	27
3.4.10. <i>le zone pericolose</i>	31
3.4.11. <i>Estensione della zona pericolosa</i>	33
3.5. FASCICOLO TECNICO	38
3.6. SEGNALAZIONE DELLE AREE CON PERICOLO DI ESPLOSIONE	39
4. OGGETTO DELLA VALUTAZIONE DEI RISCHI DA ATMOSFERE ESPLOSIVE	40
4.1. PUNTI O PARTI DI IMPIANTO NON CONSIDERATI SORGENTE DI EMISSIONE "SE"	40
4.2. PRESUPPOSTI DELLA CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI	41
4.3. METODOLOGIA PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE SOSTANZE PERICOLOSE	43
4.4. ANALISI DEI PRODOTTI COMBUSTIBILI/INFIAMMABILI	43
4.5. DESCRIZIONE AMBIENTI	44
4.6. ELENCO DELLE SORGENTI DI EMISSIONE (SE)	45
4.7. CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE DELLE SOSTANZE INFIAMMABILI	46
5. CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI	47
5.1. EMISSIONI DI SECONDO GRADO DEPOSITO BOMBOLE (A01) – SE01	47
5.2. EMISSIONE DI AGENTI CHIMICI INFIAMMABILI NEI LABORATORI (A02) – SE02	56
5.2.1. <i>Sezione 1: Provvedimenti riferiti agli impianti e ai locali</i>	57
5.2.2. <i>Sezione 2: Provvedimenti riferiti alle attrezzature</i>	58
5.2.3. <i>Sezione 3: Provvedimenti riferiti alle misure organizzative e comportamentali</i>	59
6. CONCLUSIONI	60

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica costituisce una prima edizione del documento di classificazione aree con possibile presenza di agenti chimici infiammabili e combustibili.

Sono indagate le attività che prevedono l'utilizzo di liquidi, gas e polveri infiammabili/combustibili.

La classificazione, inoltre, è condotta secondo le ultime revisioni normative di riferimento nazionali (CEI EN 60079-10-1 e 60079-10-2 del 2021).

La relazione è basata sui dati forniti dalla Società committente e le principali informazioni ricevute sono state:

- ✓ tipologia delle sostanze presenti critiche per la valutazione del rischio in oggetto
- ✓ Planimetrie del sito

Altre informazioni sono state ricavate in occasione dei sopralluoghi effettuati.

La suddetta documentazione, quando non allegata, viene citata con il riferimento identificativo interno del committente ed è disponibile in azienda.

Il presente documento deve essere aggiornato in occasione di modifiche legate agli impianti, lavorazioni e ampliamenti rilevanti. La responsabilità dell'aggiornamento e della revisione è a carico del Responsabile dell'attività.

2. INTRODUZIONE

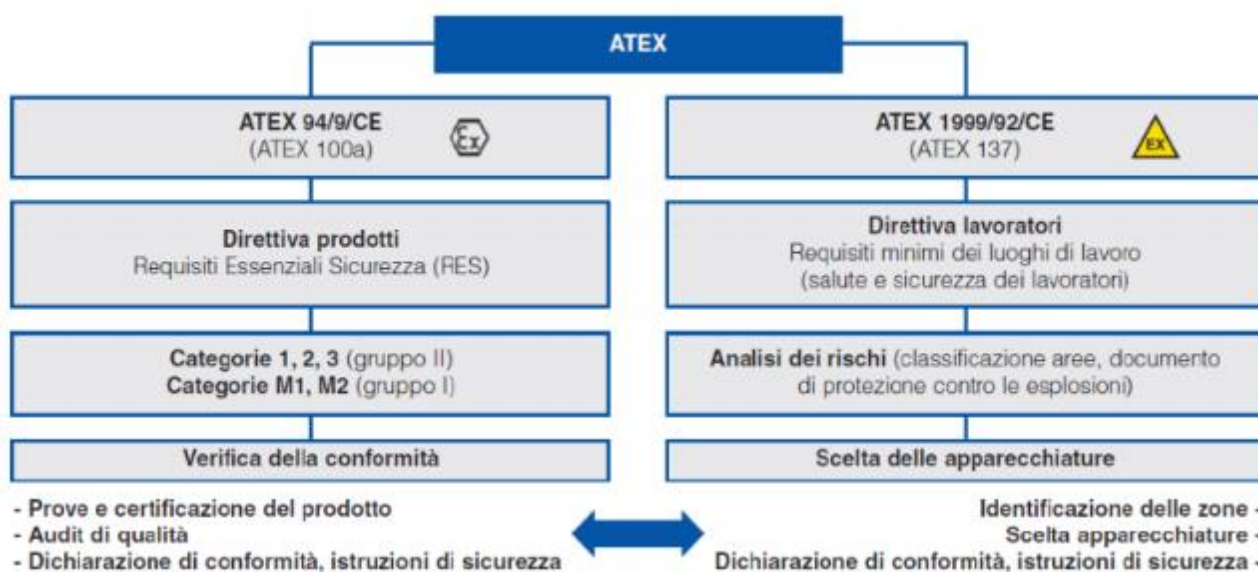
Gli stati membri dell'Unione Europea sono tenuti a garantire nel loro territorio la salute e la sicurezza delle persone e, all'occorrenza degli animali domestici e dei beni, in particolare dei lavoratori, specie nei confronti dei rischi che derivano dall'uso degli apparecchi e sistemi di protezione in atmosfera potenzialmente esplosiva.

Nonostante i continui miglioramenti delle condizioni di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro che hanno caratterizzato gli ultimi decenni, l'impatto degli infortuni e delle malattie correlate al lavoro rimane tutt'oggi assai rilevante. L'Unione Europea ha ritenuto quindi prioritario concentrare gli sforzi per rafforzare il legame tra salute e sicurezza nei luoghi di lavoro e per definire la natura, l'entità e l'impatto dei nuovi fattori di rischio che sono emersi o stanno emergendo in relazione ai rapidi cambiamenti del mondo del lavoro.

Fino a luglio 2003 la vecchia normativa di riferimento per gli ambienti con pericolo di esplosione era la CEI 64-2. Essa prevedeva semplicemente l'impiego di apparecchiature stagne con un adeguato grado di protezione IP ed una temperatura massima superficiale misurata. Oggi invece sono necessari l'impiego di prodotti speciali e la certificazione dell'impianto. In particolare, nel corso dell'anno 2003 sono diventate obbligatorie due direttive riguardanti le atmosfere potenzialmente esplosive:

- ✓ Direttiva 2014/34/UE;
- ✓ Direttiva 99/92/CE (anche ATEX 137);

La prima stabilisce i Requisiti Essenziali di Sicurezza per prodotti e sistemi di protezione destinati a essere utilizzati in atmosfere potenzialmente esplosive e le relative procedure di conformità. La seconda invece definisce i requisiti minimi in materia di salute e sicurezza dei luoghi di lavoro con presenza di atmosfere potenzialmente esplosive.



La direttiva 2014/34/UE appena citate sono direttive di prodotto il cui scopo è quello di garantire all'interno della Comunità Europea la libera circolazione dei prodotti, destinati ad essere utilizzati in ambienti potenzialmente esplosivi, fissandone i requisiti essenziali di sicurezza e salute.

La corretta classificazione dei luoghi pericolosi ha come obiettivo la determinazione di zone a diversa probabilità di rischio in modo da scegliere apparecchi elettrici e meccanici idonei a ciascuna zona con un criterio di gradualità. La classificazione è una fase preliminare del progetto elettrico e della valutazione del rischio di esplosione "ATEX", e potrebbe essere sviluppata anche (o in collaborazione) con esperti di fluidodinamica o di processi che coinvolgono il pericolo di esplosione indipendentemente dalla specializzazione in elettrotecnica.

Occorre precisare che la classificazione voluta dalla Norma richiede uno studio analitico delle possibilità che si formino, entro determinati volumi, atmosfere pericolose e perciò il vecchio criterio basato sulla imitazione di casi tipici prerisolti non è più accettabile; quando lo si applica è necessario prendersi ampi margini di sicurezza ma occorre comunque almeno una analisi comparativa che lo giustifichi.

2.1. Definizioni e abbreviazioni

- ✓ **Atmosfera esplosiva:** miscela con aria, in condizioni atmosferiche, di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapori, polveri, fibre o particelle solide, la quale, dopo l'accensione, permette l'autosostentamento della propagazione delle fiamme
- ✓ **Condizioni atmosferiche:** si intendono condizioni nelle quali la concentrazione di ossigeno nell'atmosfera è approssimativamente del 21% e che includono variazioni di pressione e temperatura al di sopra e al di sotto dei livelli di riferimento, denominate condizioni atmosferiche normali (pressione pari a 101300 Pa, temperatura pari a 293 K), purché tali variazioni abbiano un effetto trascurabile sulle proprietà esplosive della sostanza infiammabile o combustibile.
- ✓ **Area esposta a rischio esplosione:** un'area in cui può formarsi un'atmosfera esplosiva in quantità tali da richiedere particolari provvedimenti di protezione per tutelare la sicurezza e la salute dei lavoratori interessati è considerata area esposta a rischio di esplosione ai sensi del presente titolo.
- ✓ **Area non esposta a rischio esplosione:** un'area in cui non è da prevedere il formarsi di un'atmosfera esplosiva in quantità tali da richiedere particolari provvedimenti di protezione è da considerare area non esposta a rischio di esplosione ai sensi del presente titolo.
- ✓ **sorgente di emissione:** un punto o parte da cui può essere emesso nell'atmosfera un gas, un vapore, una nebbia o un liquido infiammabile con una modalità tale da formare un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas
- ✓ **portata di emissione:** quantità di gas, liquido, vapore o nebbia infiammabile emessa nell'unità di tempo dalla sorgente di emissione
- ✓ **Ventilazione:** movimento dell'aria e suo ricambio con aria nuova causati dall'effetto del vento, da gradienti di temperatura, o da mezzi artificiali (per esempio, ventilatori o estrattori)
- ✓ **Diluizione:** la miscelazione di un vapore o gas infiammabile con l'aria che, nel corso del tempo, ridurrà la concentrazione infiammabile
- ✓ **volume di diluizione:** il volume in prossimità di una sorgente di emissione dove la concentrazione del gas o vapore infiammabile non è diluita ad un livello sicuro
- ✓ **concentrazione di fondo:** la concentrazione media della sostanza infiammabile all'interno del volume di interesse, all'esterno del pennacchio o del getto dell'emissione
- ✓ **volume in esame:** il volume influenzato dalla ventilazione in prossimità dell'emissione considerata¹
- ✓ **sostanza infiammabile:** sostanza di per sé infiammabile, o in grado di produrre un gas, un vapore o una nebbia infiammabili
- ✓ **gas infiammabile liquefatto:** sostanza infiammabile che è depositata o movimentata come un liquido e che, a temperatura ambiente e pressione atmosferica, è un gas infiammabile
- ✓ **gas o vapore infiammabile:** gas o vapore che, quando miscelato con l'aria in determinate proporzioni, originerà un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas
- ✓ **nebbia infiammabile:** goccioline di liquido, disperse in aria in modo tale da formare un'atmosfera esplosiva
- ✓ **miscela ibrida:** miscela di un gas o vapore infiammabile con una polvere²

¹ Per uno spazio chiuso questo potrebbe essere un locale intero oppure una porzione di uno spazio ampio dove la ventilazione considerata diluirà il gas o il vapore da una data sorgente di emissione. All'aperto, questo è il volume attorno ad una sorgente di emissione dove potrebbe formarsi un'atmosfera esplosiva. In luoghi all'aperto congestionati, questo volume potrebbe essere dettato dall'involucro parziale determinato dagli oggetti circostanti.

² In accordo alla IEC 60079-10-2, la definizione del termine "polvere" comprende sia la polvere combustibile sia le particelle combustibili.

- ✓ **densità relativa di un gas o di un vapore:** densità di un gas o di un vapore, relativa a quella dell'aria alla stessa pressione ed alla stessa temperatura (l'aria è uguale a 1,0)
- ✓ **temperatura d'infiammabilità:** la più bassa temperatura di un liquido alla quale, in determinate condizioni normalizzate, il liquido emette vapori in una quantità sufficiente a formare con l'aria una miscela in grado di essere accesa temperatura di ebollizione: temperatura alla quale un liquido si trova in ebollizione ad una pressione ambiente di 101,3 kPa (1 013 mbar).³
- ✓ **Ambiente (CEI 31-35):** Parte di un luogo nella quale esistono condizioni ambientali omogenee (es. ambiente aperto, ambiente chiuso). In uno stesso luogo possono esistere più **ambienti** quando nelle diverse sue parti esistono condizioni ambientali diverse (es. una fossa può essere un ambiente diverso dal volume libero del luogo dove l'aria di ventilazione può circolare liberamente o solo con qualche impedimento).
- ✓ **Combustione (CEI 31-35):** Reazione esotermica di ossidazione di una sostanza con un comburente (detto anche ossidante e comunemente costituito dall'ossigeno dell'aria), generalmente accompagnata da sviluppo di fiamme e/o di incandescenze e/o di fumo.
- ✓ **Deflagrazione (UNI EN 1127-1):** Esplosione che si propaga a velocità subsonica.
- ✓ **Detonazione (UNI EN 1127-1):** Esplosione che si propaga a velocità supersonica e caratterizzata da un'onda d'urto
- ✓ **Esplosione (UNI EN 1127-1):** Brusca reazione di ossidazione o decomposizione che produce un aumento della pressione e/o della temperatura (onda di pressione e gradiente di temperatura).
- ✓ **Luogo pericoloso** (in relazione alle atmosfere esplosive per la presenza di gas) un luogo in cui è o può essere presente un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas, in quantità tale da richiedere provvedimenti particolari per la realizzazione, l'installazione e l'uso delle apparecchiature⁴
- ✓ **Zona pericolosa** luogo pericoloso (in relazione alle atmosfere esplosive per la presenza di gas) un luogo in cui è o può essere presente un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas, in quantità tale da richiedere provvedimenti particolari per la realizzazione, l'installazione e l'uso delle apparecchiature
- ✓ **estensione della zona** distanza, in qualsiasi direzione, dalla sorgente di emissione verso il punto in cui la miscela di gas/aria sarà diluita dall'aria ad una concentrazione al di sotto del limite inferiore di infiammabilità
- ✓ **Sistema o provvedimento di bonifica (CEI 31-35):** Sistema o provvedimento volto ad allontanare o inertizzare la sostanza infiammabile eventualmente presente nell'ambiente o impedirne l'ingresso, o inertizzare l'ambiente.
- ✓ **temperatura di accensione di un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas:** la temperatura più bassa di una superficie riscaldata alla quale, in condizioni specificate (in accordo alla IEC 60079-20-1), si accenderà una miscela con l'aria di una sostanza infiammabile allo stato di gas o vapore
- ✓ **limite inferiore d'infiammabilità (LFL):** la concentrazione in aria di gas, vapore o nebbia infiammabili, al disotto della quale non si formerà un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas

³ Per le miscele di liquidi, si fa riferimento alla temperatura di ebollizione iniziale; tale temperatura è usata per indicare il più basso valore della temperatura di ebollizione per la gamma di liquidi presenti nella miscela e si determina con una distillazione normale di laboratorio senza frazionamento

⁴ Le parti interne di molti componenti delle apparecchiature di processo sono comunemente considerate come un luogo pericoloso anche se, normalmente, un'atmosfera infiammabile dovuta al possibile ingresso di aria nell'apparecchiatura non può essere presente. Se sono impiegati controlli specifici come l'inertizzazione, può non essere necessario che le parti interne delle apparecchiature di processo siano classificate come un luogo pericoloso.

- ✓ **limite superiore d'infiammabilità (UFL):** la concentrazione in aria di gas, vapore o nebbia infiammabili, al disopra della quale non si formerà un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas

2.1. Caratteristiche chimico fisiche delle sostanze infiammabili

Le caratteristiche più significative delle sostanze infiammabili, utilizzate nel seguito, sono (Guida CEI 31-35):

- ✓ **Nome e composizione (formula):** la sostanza infiammabile deve essere individuabile tramite un nome, una formula o una indicazione di composizione, a discrezione, purché riconoscibile in modo univoco dagli utilizzatori della documentazione di classificazione.
- ✓ **Numero di identificazione CAS :** il numero di identificazione **CAS (Chemical Abstracts Service)** è il numero d'identificazione delle sostanze riportato su un registro internazionale; esso prescinde dal nome commerciale della sostanza, quindi sostanze con denominazioni diverse possono avere lo stesso numero CAS se hanno le stesse caratteristiche chimico-fisiche. Il numero CAS è riportato sovente nelle schede di sicurezza delle sostanze.
- ✓ **Temperatura d'infiammabilità T_i :** la temperatura d'infiammabilità è la più bassa temperatura di un liquido alla quale, in condizioni specifiche normalizzate, esso emette vapori in quantità sufficiente a formare con l'aria una miscela infiammabile (in inglese Flash Point); questa temperatura è quindi il dato più significativo per stabilire l'infiammabilità della sostanza.⁵ Una sostanza allo stato liquido o solido, per essere infiammabile deve avere una *temperatura d'infiammabilità T_i* uguale o inferiore alla massima temperatura alla quale essa si trova o può trovarsi se emessa nell'ambiente (se la sostanza non è riscaldata o non può venire in contatto con superfici calde, ci si riferisce alla massima temperatura ambiente).

Se la sostanza ha una *temperatura d'infiammabilità* maggiore della massima temperatura alla quale si trova o può trovarsi essa non presenta pericoli d'esplosione per la presenza di gas. La *temperatura d'infiammabilità* di una miscela di sostanze infiammabili deve essere riferita alla medesima miscela; tuttavia, in assenza di dati specifici, si può considerare la *temperatura d'infiammabilità* più bassa tra quelle delle sostanze che la compongono.

- ✓ **Densità relativa all'aria dei gas:** la densità relativa all'aria di un gas (o vapore) è la densità espressa in rapporto a quella dell'aria alle medesime condizioni di pressione e temperatura (la densità relativa dell'aria è uguale a 1):

$$\rho_{rel} = \frac{\rho_{gas}}{\rho_{aria}}$$

Un gas con densità relativa all'aria inferiore a 0,8 viene considerato **leggero**; un gas con densità relativa all'aria superiore a 1,2 viene considerato **pesante**.

- ✓ **Massa volumica del gas:** rappresenta la densità ed è espressa in kg/mc. Può essere ricavata mediante la seguente formula:

$$\rho_g [kg / m^3] = \frac{p_a M}{RT_a}$$

Dove:

- M = massa molare della sostanza infiammabile [kg/kmol];
- p_a = pressione atmosferica dell'ambiente considerato [Pa];
- R = costante universale dei gas = 8314 J/kmol K;

⁵ NOTA - Le sostanze che, a temperatura ambiente sono allo stato di gas o vapore, hanno una temperatura di ebollizione inferiore ed una temperatura d'infiammabilità ancora minore.

- T_a = temperatura ambiente [K];
- ✓ **Massa volumica del liquido ρ_{liq}** : la massa volumica ρ_{liq} (detta anche densità) è la massa dell'unità di volume, si esprime in kg/mc³.
- ✓ **Coefficiente di diffusione dei gas cd** : il coefficiente di diffusione dei gas cd si esprime m²/h. Per le sostanze organiche con massa molare $M = 32$ kg/kmol, tale coefficiente può essere assunto pari a 0,06 m²/h. Il coefficiente di diffusione di una miscela cd_{mix} può essere calcolato considerando il coefficiente di diffusione delle singole sostanze e la loro quantità (in volume) nella miscela.
- ✓ **Rapporto tra i calori specifici γ** : il rapporto tra i calori specifici a pressione costante ed a volume costante (o indice di espansione) $\gamma = c_p/c_v$ per molti gas è compreso tra 1,1 a 1,8. In mancanza di dati, il valore può essere stabilito per analogia con le sostanze riportate nella Tabella GA-2 della Guida CEI 31-35 o nella letteratura, considerando che γ diminuisce con l'aumentare della complessità della molecola.
- ✓ **Calore specifico a temperatura ambiente csl** : il calore specifico è il calore necessario per innalzare di un grado l'unità di massa della sostanza (J/kg K). Il calore specifico a temperatura ambiente csl è utilizzato per stabilire la frazione di liquido che evapora nell'emissione.
- ✓ **Calore latente di vaporizzazione clv** : il calore latente di vaporizzazione è la quantità di calore (energia) necessaria per far evaporare un'unità di massa della sostanza che si trova alla temperatura di ebollizione T_b , (J/kg).
- ✓ **Massa molare (M)**: la massa molare M di una sostanza è la quantità di massa di una mole (o kilomole), espressa in grammi (o kilogrammi), numericamente pari alla somma delle masse atomiche degli atomi costituenti la molecola. Per una qualunque miscela di gas, la massa molare si calcola considerando che ciascun componente contribuisce secondo le percentuali volumetriche o di massa di composizione, pesando attraverso la massa molare propria.
- ✓ **Limiti di infiammabilità in aria**: i limiti di infiammabilità sono due:
 - ☑ limite inferiore (**LFL**), concentrazione in aria di gas o vapore infiammabile, al di sotto della quale l'atmosfera non è esplosiva;
 - ☑ limite superiore (**UFL**), concentrazione in aria di gas o vapore infiammabile, al di sopra della quale l'atmosfera non è esplosiva.
- ✓ **Temperatura di ebollizione T_b** : la temperatura di ebollizione di un liquido è la temperatura alla quale il liquido presenta una tensione di vapore esattamente uguale alla pressione atmosferica. La temperatura di ebollizione normale è quella riferita alla pressione atmosferica normale. Alla temperatura di ebollizione, l'evaporazione si verifica contemporaneamente e tumultuosamente in tutta la massa. Per miscele di liquidi, deve essere considerata la temperatura iniziale di ebollizione (senza frazionamenti).
- ✓ **Tensione di vapore p_v** : la tensione di vapore p_v di una sostanza è la pressione esercitata dal suo vapore saturo.
- ✓ **Temperatura di accensione T_{acc}** : la *temperatura di accensione* di una sostanza, detta anche temperatura di autoaccensione, è la minima temperatura di una superficie riscaldata alla quale, in condizioni specificate, avviene l'accensione di detta sostanza infiammabile allo stato di gas o vapore in miscela con l'aria. La temperatura superficiale dei *prodotti ATEX* non deve pertanto superare la temperatura di accensione delle sostanze infiammabili presenti (*Ignition Temperature*). La temperatura di accensione di una miscela di sostanze infiammabili deve essere riferita alla miscela stessa; tuttavia, in assenza di dati specifici, si può considerare l'80 % della temperatura di accensione più bassa tra quelle delle sostanze che la compongono, escludendo a priori le sostanze presenti in piccole quantità, complessivamente inferiori al 5% in volume.

3. PROCEDIMENTO DI CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI CON PERICOLO D'ESPLOSIONE

3.1. GENERALITÀ

La metodologia seguita per l'analisi dei rischi, ha tenuto conto del contenuto specifico del D.Lgs. 81/08 (in particolare del Titolo XI), della Norma UNI EN 1127-1, della Norma tecnica armonizzata EN 60079-10 (Norma C.E.I. 31-87) per atmosfere esplosive in presenza di gas, eventualmente della Norma tecnica armonizzata EN 60079-10-2 (Norma C.E.I. 31-88) per atmosfere esplosive in presenza di polveri combustibili, delle Guide C.E.I. 31-35 e C.E.I. 31-56 che, benché abrogate, costituiscono un utile riferimento per alcuni casi non indagabili con le regole tecniche vigenti.

La valutazione sarà eseguita rispettando le nuove norme CEI EN 60079-10-1 e CEI EN 60079-10-2 edizione 2021.

In particolare, la norma CEI EN 60079-10-1 si applica ai luoghi in cui vi può essere il pericolo di accensione dovuto alla presenza di gas o vapori infiammabili, in miscela con aria in condizioni atmosferiche normali, ma **non si applica** a:

- a) miniere con possibile presenza di grisou;
- b) luoghi di trattamento e produzione di esplosivi;
- c) luoghi dove il pericolo può manifestarsi per la presenza di polveri o fibre combustibili, ma i principi della Norma possono essere usati per valutazioni con presenza di miscele ibride (si veda inoltre la Norma CEI EN 60079-10-2);
- d) guasti catastrofici o rari malfunzionamenti non compresi nel concetto di anomalità trattato in questa Norma;
- e) applicazioni commerciali ed industriali dove viene utilizzato solo gas a bassa pressione (per esempio in apparecchi di cottura, in riscaldatori di acqua ed usi simili), dove l'installazione soddisfa i requisiti di regole e codici relativi al gas;
- f) locali adibiti ad uso medico;
- g) ambienti domestici.

3.1.1. atmosfera esplosiva

Ai fini della valutazione in oggetto si intende per "atmosfera esplosiva" una miscela con l'aria, a condizioni atmosferiche, di sostanze infiammabili allo stato di gas, vapori, nebbie o polveri in cui, dopo accensione, la combustione si propaga all'insieme della miscela incombusta (Art. 290, D. Lgs. 81/08 e Norma UNI EN 1127-1, punto 3.17).

Il pericolo di esplosione è correlato ai materiali ed alle sostanze lavorate, utilizzate o rilasciate da apparecchi, sistemi di protezione e componenti e ai materiali utilizzati per costruire apparecchi, sistemi di protezione e componenti. Alcuni di questi materiali e sostanze possono subire processi di combustione nell'aria. Questi processi sono spesso accompagnati dal rilascio di quantità considerevoli di calore e possono essere accompagnati da aumenti di pressione e rilascio di materiali pericolosi. A differenza della combustione in un incendio, un'esplosione è essenzialmente una propagazione autoalimentata della zona di reazione (fiamma) nell'atmosfera esplosiva.

Si devono considerare sostanze infiammabili e/o combustibili i materiali in grado di formare un'atmosfera esplosiva a meno che un'analisi delle loro proprietà non abbia dimostrato che, in miscela con l'aria, non siano in grado di produrre una propagazione autoalimentata di un'esplosione.

Questo pericolo potenziale associato all'atmosfera esplosiva si concretizza quando una sorgente di innesco attiva produce l'accensione.

Si ha un'esplosione in presenza di un **infiammabile/combustibile** miscelato ad **aria** (cioè con una sufficiente quantità di ossigeno) all'interno di limiti di esplosione e di una **fonte di ignizione**⁶ (vedi figura).

triangolo della combustione



pentagono dell'esplosione



Figura 1

In caso di esplosione, i lavoratori sono messi in grave pericolo dagli effetti incontrollati delle fiamme e della pressione, sotto forma di irradiazione del calore, fiamme, onde di pressione e frammenti volanti, così come da prodotti di reazione nocivi e dal consumo nell'aria circostante dell'ossigeno necessario per la respirazione.

L'analisi dei rischi da esplosione tende, inizialmente, a prevenire la formazione di atmosfere esplosive e se la natura dell'attività non consente di prevenire tale formazione, ad evitare l'accensione ed a attenuare gli effetti pregiudizievoli di un'esplosione in modo da garantire la salute e la sicurezza dei lavoratori.

Gli elementi principali tenuti presenti per la valutazione di cui sopra sono:

- 1) Probabilità e durata della presenza di atmosfere esplosive;
- 2) Probabilità che le fonti di accensione, comprese le scariche elettrostatiche, siano presenti e diventino attive ed efficaci;
- 3) Caratteristiche dell'impianto, delle sostanze utilizzate, dei processi e loro possibili iterazioni;
- 4) Entità degli effetti prevedibili tenendo in considerazione anche i luoghi che sono o possono essere in collegamento, tramite aperture, con quelli in cui possono formarsi atmosfere esplosive.

3.1.2. zone dei luoghi in cui possono formarsi atmosfere esplosive

Ai sensi dell'allegato XLIX del D. Lgs. 81/08 le aree sono ripartite in base alla frequenza ed alla durata della presenza dell'atmosfera esplosiva come di seguito specificato:

⁶ Alcune sostanze chimicamente instabili, quali l'acetilene e l'ossido di etilene, possono subire reazioni esotermiche anche in assenza di ossigeno e hanno un limite superiore di esplosione del 100%.

GAS, VAPORI E NEBBIE	ZONA 0	Area in cui è presente in permanenza o per lunghi periodi o frequentemente un'atmosfera esplosiva consistente in una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia.
	ZONA 1	Area in cui la formazione di un'atmosfera esplosiva, consistente in una miscela di aria 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 una miscela di aria e di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia o, qualora si verifichi, sia unicamente di breve durata.

Tabella 1

POLVERI	ZONA 20	Area in cui è presente in permanenza o per lunghi periodi o frequentemente un'atmosfera esplosiva sotto forma di nube di polvere combustibile nell'aria.
	ZONA 21	Area in cui la formazione di un'atmosfera esplosiva sotto forma di nube di polvere combustibile nell'aria, è probabile che avvenga occasionalmente durante le normali attività.
	ZONA 22	Area in cui durante le normali attività non è probabile la formazione di un'atmosfera esplosiva sotto forma di nube di polvere combustibile o, qualora si verifichi, sia unicamente di breve durata.

Tabella 2

3.2. INDIVIDUAZIONE DEI PARAMETRI FONDAMENTALI PER CLASSIFICARE

Mediante tecnica ricognitiva si è optato per una valutazione di tipo misto, dove cioè all'uso di liste di controllo si è affiancata l'esperienza e la maturità tecnica.

I principali parametri osservati per l'individuazione e la valutazione dei rischi sono:

Presenza e tipologia delle sostanze infiammabili;

✓ **GAS, VAPORI E NEBBIE**

- a) Tipologia dell'ambiente;
- b) Sorgenti di emissione (grado e tipologia);
- c) Ventilazione dell'ambiente;
- d) Controllo dell'emissione;
- e) Determinazione della zona con pericolo d'esplosione;

✓ **POLVERI**

- a) Presenza e tipologia delle polveri combustibili;
- b) Sorgenti di emissione – compresi gli strati;
- c) Determinazione della zona con pericolo d'esplosione;
- d) Strati di polvere – Innesco dovuto ad una superficie calda;
- e) Livello del mantenimento della pulizia;

3.3. GAS, VAPORI E NEBBIE

3.3.1. Presenza e tipologia delle sostanze infiammabili

Individuazione delle sostanze infiammabili presenti nell'ambiente di lavoro ed attenta lettura delle schede tecniche e delle schede di sicurezza delle stesse. Queste schede forniscono informazioni sul comportamento di combustione di una sostanza e consentono di sapere se potrebbe dare origine a incendi o esplosioni. I dati rilevanti sono, per esempio:

- ✓ stato fisico della sostanza
- ✓ punto di infiammabilità
- ✓ limite inferiore di esplosione (LEL)
- ✓ limite superiore di esplosione (UEL)
- ✓

3.3.2. Grado di dispersione delle sostanze infiammabili

Per loro natura, i gas e i vapori possiedono un grado di dispersione sufficientemente elevato per produrre un'atmosfera esplosiva. Per le nebbie e le polveri, un grado di dispersione sufficiente per produrre un'atmosfera esplosiva può essere raggiunto se la dimensione delle goccioline o delle particelle è minore di 1 mm.

Nota: Numerose nebbie, aerosol e tipi di polveri utilizzate nella pratica hanno una dimensione delle particelle compresa tra 0,001 mm e 0,1 mm.

3.3.3. Tipologia dell'ambiente

La classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione è caratterizzata dalle caratteristiche ambientali occorre quindi individuare, ove esistenti, i diversi ambienti presenti nel luogo oggetto della classificazione.

Per ambiente si intende una parte del luogo nella quale esistono condizioni di ventilazione univocamente definibili (es. ambiente aperto, ambiente chiuso con lo stesso tipo e disponibilità della ventilazione). In uno stesso locale chiuso possono quindi esistere più ambienti quando nelle diverse sue parti esistono condizioni di ventilazione diverse.

I dati rilevanti sono, per esempio:

- a) Quota sul livello del mare ⁷
- b) Ambiente aperto o chiuso e, se chiuso, sono rilevanti le dimensioni del locale (l x l x h).

3.3.4. Sorgente di emissione

Si deve assumere poi che esistono tre diversi gradi di emissione:

1. Emissioni di grado continuo, ovvero che avvengono durante il normale funzionamento dell'impianto, dovute alle cosiddette "emissioni strutturali": queste sono caratterizzate da portate di gas, solitamente piccole, fuoriuscenti dagli steli delle valvole stesse.
2. Emissioni di primo grado, causate da un guasto della valvola, evento comunque da considerare come poco frequente e non previsto durante il funzionamento normale
3. Emissioni di secondo grado, causate da un foro nei tubi o dai filetti dei giunti

Nella seguente tabella sono descritti, a titolo d'esempio, alcuni tipi di sorgenti di emissione e il grado di emissione col quale dovrebbero essere identificate.

⁷ In funzione della quota sul livello del mare a cui si trova il sito considerato si calcola la pressione atmosferica corrispondente.

GRADO EMISSIONE		ESEMPI DI SORGENTI DI EMISSIONE
	Grado continuo emissione continua o per lunghi periodi	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La superficie di un liquido infiammabile in un serbatoio a tetto fisso con uno sfiato permanente all'atmosfera. ✓ La superficie di un liquido infiammabile esposta all'atmosfera continuamente o per lunghi periodi
	Primo grado emissione periodica oppure occasionale che si può manifestare nel normale funzionamento	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Le tenute di pompe, di compressori o di valvole, quando si prevede che possano emettere sostanze infiammabili durante il funzionamento normale. ✓ I punti di drenaggio dell'acqua da recipienti che contengono liquidi infiammabili, che possono emettere sostanze infiammabili nell'atmosfera drenando acqua durante il funzionamento normale. ✓ I punti di campionamento quando si prevede che possano emettere sostanze infiammabili nell'atmosfera durante il funzionamento normale. ✓ Le valvole di sicurezza, gli sfiati e le altre aperture quando si prevede che possano emettere sostanze infiammabili nell'atmosfera durante il funzionamento normale
	Secondo grado Emissione normalmente non prevista e che può manifestarsi solo in caso di guasto o per brevi periodi	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Le tenute di pompe, compressori o valvole quando si prevede che non emettano sostanze infiammabili durante il funzionamento normale dell'apparecchiatura. ✓ Le flange, le giunzioni ed i raccordi delle tubazioni, quando si prevede che non emettano sostanze infiammabili durante il funzionamento normale. ✓ I punti di campionamento quando si prevede che non emettano sostanze infiammabili durante il funzionamento normale. ✓ Le valvole di sicurezza, gli sfiati e le altre aperture quando si prevede che non emettano sostanze infiammabili nell'atmosfera durante il funzionamento normale.

Tabella 3

3.3.5. Ventilazione dell'ambiente

L'efficacia della ventilazione nel controllare la dispersione e la persistenza dell'atmosfera esplosiva per la presenza di gas dipende dal suo grado e disponibilità e dalle caratteristiche del sistema. Per esempio, la ventilazione può non essere sufficiente per prevenire la formazione di un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas, ma può essere sufficiente per evitarne la persistenza.

Si considerano i seguenti tre gradi di efficacia della ventilazione:

- ✓ **Alto (VH)** Quando la ventilazione è in grado di ridurre la concentrazione in prossimità della sorgente di emissione in modo praticamente istantaneo, limitando la concentrazione al di sotto del limite inferiore di esplosibilità. Ne risulta una zona di estensione trascurabile. Tuttavia, quando la disponibilità della ventilazione non è buona, un altro tipo di zona può circondare la zona di estensione trascurabile.

- ✓ **Medio (VM)** Quando la ventilazione è in grado controllare la concentrazione, determinando una zona limitata stabile, sebbene l'emissione sia in corso, e dove l'atmosfera esplosiva per la presenza di gas non persista eccessivamente dopo l'arresto dell'emissione. L'estensione ed il tipo della zona sono condizionati dalle grandezze caratteristiche di progetto.
- ✓ **Basso (VL)** Quando la ventilazione non è in grado di controllare la concentrazione mentre avviene l'emissione e/o non può prevenire la persistenza eccessiva di un'atmosfera esplosiva dopo l'arresto dell'emissione.

3.3.6. Influenza della Ventilazione sui tipi di Zone

Tabella D.1 – Zone in relazione al grado di emissione e all'efficacia della ventilazione

Grado di emissione	Efficacia della Ventilazione						
	Diluizione Alta			Diluizione Media			Diluizione Bassa
	Disponibilità della ventilazione						
	Buona	Adeguate	Scarsa	Buona	Adeguate	Scarsa	Buona, adeguata o scarsa
Continuo	Non pericolosa (Zona 0 NE) ^a	Zona 2 (Zona 0 NE) ^a	Zona 1 (Zona 0 NE) ^a	Zona 0	Zona 0 + Zona 2	Zona 0 + Zona 1	Zona 0
Primo	Non pericolosa (Zona 1 NE) ^a	Zona 2 (Zona 1 NE) ^a	Zona 2 (Zona 1 NE) ^a	Zona 1	Zona 1 + Zona 2	Zona 1 + Zona 2	Zona 1 oppure Zona 0 ^c
Secondo ^b	Non pericolosa (Zona 2 NE) ^a	Non pericolosa (Zona 2 NE) ^a	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 1 e persino Zona 0 ^c
^a Zona 0 NE, 1 NE oppure 2 NE indica una zona teorica nella quale, in condizioni normali, l'estensione è trascurabile.							
^b Il luogo classificato zona 2 creato da una sorgente di emissione di grado secondo potrebbe eccedere le condizioni attribuibili ad un'emissione di grado primo o continuo; in questo caso, dovrebbe essere applicata la distanza maggiore.							
^c Sarà zona 0 se la ventilazione è così debole e l'emissione è tale che, in pratica, un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas esiste virtualmente in continuazione (avvicinandosi cioè ad una condizione di "assenza della ventilazione").							
'+' significa "circondata da".							
La disponibilità della ventilazione negli spazi chiusi naturalmente ventilati non deve mai essere considerata buona.							

Tabella 4

3.3.7. Controllo dell'emissione⁸

La quantità del gas, vapore o nebbia di sostanza infiammabile emessa in ambiente e, di conseguenza, la dimensione della zona con pericolo di esplosione, dipende, inoltre, dalla durata dell'emissione. È rilevante, perciò, stabilire quale sia il tipo e la qualità della sorveglianza dell'ambiente.

Il controllo di esplodibilità dell'atmosfera può essere previsto sia in ambienti aperti, sia in ambienti chiusi; tuttavia, considerando che all'aperto è più difficile la disposizione dei rilevatori per rilevare il più prontamente possibile la presenza di concentrazioni pericolose di gas o vapori infiammabili nell'atmosfera controllata.

È possibile utilizzare il sistema di controllo di esplodibilità dell'atmosfera per controllare:

⁸ Il controllo di esplodibilità dell'ambiente è scomparso con l'abrogazione della guida CEI 31-35 tuttavia può sempre rimanere un utile riferimento in assenza di disposizioni legislative o tecniche più recenti.

- ✓ l'atmosfera nell'intorno di specifiche SE o gruppi di SE (campo vicino) e in punti particolari di un ambiente;
- ✓ l'atmosfera di particolari tipi di zone pericolose.

Il sistema di controllo di esplodibilità dell'atmosfera può consentire l'intervento, singolo o combinato, su:

- ✓ sorgenti di emissione (SE);
- ✓ ventilazione;
- ✓ sorgenti di accensione.

Qualora in esercizio il sistema di controllo determini frequentemente il blocco, oppure segnali concentrazioni pericolose (allarme) per lunghe durate, il luogo non può più essere considerato zona pericolosa controllata e deve essere classificato secondo le regole generali.

3.3.8. Controllo dell'atmosfera nell'intorno di specifiche SE

Il controllo di esplodibilità dell'atmosfera nell'intorno di specifiche SE (campo vicino) o in punti particolari di un ambiente può essere applicato anche nell'intorno di sorgenti di accensione o in corrispondenza dell'apertura tra un ambiente ed un altro.

Questo tipo di controllo è di difficile attuazione per quanto attiene:

- ✓ alla disposizione dei rilevatori per rilevare il più prontamente possibile la presenza di concentrazioni pericolose di gas o vapori infiammabili nell'atmosfera controllata;
- ✓ alla disattivazione delle SE in tempo utile per non formare atmosfere esplosive pericolose;
- ✓ all'attivazione della ventilazione supplementare;
- ✓ alla disattivazione delle sorgenti di accensione in tempo utile per non essere causa d'innescio dell'atmosfera esplosiva eventualmente presente.

Per i motivi suddetti per quanto attiene alla limitazione dell'applicazione di questa misura tecnica di protezione contro le esplosioni, è stato previsto che essa possa essere attuata solo per le zone 2 originate da emissioni di secondo grado.

3.3.9. Disponibilità dei sistemi di controllo

L'efficacia dei sistemi di controllo di esplodibilità dell'atmosfera è fondamentale per la sicurezza contro le esplosioni, essa dipende essenzialmente dalla sua disponibilità e dalle sue caratteristiche costruttive, in particolare quelle degli apparecchi di misura della concentrazione di sostanza infiammabile nell'atmosfera. La disponibilità dei sistemi ha influenza sulla presenza o formazione di atmosfere esplosive e deve essere presa in considerazione per determinare il tipo o i tipi di zone pericolose.

Si considerano i seguenti tre LIVELLI di disponibilità:

- ✓ Buona: Quando il controllo è attivo in pratica con continuità.
- ✓ Adeguate: Quando il controllo è attivo durante il funzionamento normale. Sono ammesse delle interruzioni purché siano poco frequenti e per brevi periodi.
- ✓ Scarsa: Quando il controllo non risponde ai requisiti di adeguata o buona, anche se non sono previste interruzioni per lunghi periodi. ⁹

Come si può vedere dalla Tabella 5, un sistema di controllo che risponde ai requisiti previsti dalla disponibilità scarsa non dovrebbe essere considerato in quanto non ha nessun effetto come misura tecnica per la prevenzione e/o protezione contro le esplosioni.

Nel valutare la disponibilità di tali sistemi deve essere considerata l'affidabilità delle apparecchiature e del sistema nel suo insieme. La disponibilità buona richiede normalmente, in caso di interruzione del servizio, l'adozione di sistemi di protezione sostitutivi. Tuttavia, se vengono presi dei provvedimenti per prevenire l'emissione nell'ambiente della sostanza infiammabile quando viene meno il controllo

⁹ In pratica un sistema di controllo con disponibilità scarsa non dovrebbe essere considerato ai fini della sicurezza contro le esplosioni.

(ad esempio mediante disattivazione delle SE e/o attivazione della ventilazione integrativa), non è necessario modificare la classificazione determinata con il sistema in funzione, cioè la disponibilità può essere assunta come buona.

Tipo di Zona in assenza del controllo	Disponibilità del sistema di controllo		
	Buona	Adeguate	Scarsa
Zona 2	Zona non pericolosa	Zona 2	Zona 2

Tabella 5: Influenza sui tipi di zone nell'intorno di specifiche SE o punti particolari di un ambiente

In un ambiente chiuso può essere attuato il controllo della concentrazione di sostanze infiammabili nell'atmosfera (campo lontano) ove, in assenza del controllo di esplosibilità, non sarebbe rispettata la condizione [f.5.10.3-16] della Guida CEI 31-35. In presenza del controllo, se l'emissione è di primo grado nel campo vicino si ha una zona 1, se l'emissione è di secondo grado nel campo vicino si ha una zona 2. L'estensione di tale zona si calcola assumendo il coefficiente k_z corrispondente al 30% LEL (seconda soglia di intervento). Per il tipo di zona nel campo lontano ved. la Tabella 6, con estensione a tutto l'ambiente.

Questo tipo di controllo è di più facile attuazione rispetto a quello precedente per quanto attiene:

- ✓ alla disposizione dei rilevatori per rilevare il più prontamente possibile la presenza di concentrazioni pericolose di gas o vapori infiammabili nell'atmosfera controllata;
- ✓ alla disattivazione delle SE in tempo utile per non formare atmosfere esplosive pericolose;
- ✓ all'attivazione della ventilazione supplementare;
- ✓ alla disattivazione delle sorgenti di accensione in tempo utile per non essere causa

d'innesco dell'atmosfera esplosiva eventualmente presente.

Per i motivi suddetti, pur ricordando quanto indicato in 7.1 per quanto attiene alla limitazione dell'uso di questa misura tecnica di protezione contro le esplosioni, è stato previsto che questo tipo di controllo possa essere applicato, sia alle zone 1 originate da emissioni di primo o secondo grado, sia alle zone 2 originate da emissioni di secondo grado.

Tipo di Zona nel campo lontano in assenza del controllo	Tipo di zona nel campo lontano in funzione della disponibilità del sistema di controllo		
	Buona	Adeguate	Scarsa
Zona 1	Zona non pericolosa	Zona 2	Zona 1
Zona 2	Zona non pericolosa	Zona non pericolosa	Zona 2

Tabella 6: Influenza sui particolari tipi di zone della disponibilità dei sistemi di controllo dell'atmosfera

3.4. POLVERI COMBUSTIBILI

Il pericolo di esplosioni dovute a polveri combustibili viene spesso sottovalutato rispetto a quello dovuto ai liquidi e gas infiammabili, sebbene i danni causati possano essere anche maggiori. Le polveri combustibili che possono dare origine ad esplosioni sono presenti in una gran parte delle industrie italiane come quella alimentare, chimica, metallurgica, della lavorazione del legno, ecc. Tutti noi utilizziamo questi prodotti nel vivere quotidiano ignorando, nella maggior parte dei casi, che possono essere particolarmente pericolosi nella loro lavorazione nei cicli industriali.

È necessario affrontare, quindi, le problematiche della scelta degli impianti e componenti elettrici da utilizzare in queste industrie e della classificazione dei luoghi pericolosi per presenza di polveri combustibili all'interno degli ambienti.

Le polveri combustibili possono dar luogo a due tipi di pericolo:

- ✓ in caso di dispersione in atmosfera possono causare delle esplosioni;
- ✓ in caso di deposito in strati su componenti che producono calore possono dare origine ad incendi.

Il pericolo di esplosione dovuto alla presenza di polveri combustibili si manifesta quando queste, disperse nell'aria, formano delle miscele (nubi) di combustibile (polvere) e di comburente (ossigeno presente nell'aria), cosicché, in presenza di una sorgente di accensione di sufficiente energia, sono in grado di formare un'onda di pressione ed un fronte di fiamma con effetti esplosivi.

Perché questo si verifichi è necessario che la polvere combustibile sia presente all'interno della nube in una concentrazione compresa nel campo di infiammabilità della stessa.

Presenza e tipologia delle polveri combustibili

Individuazione delle polveri combustibili presenti nell'ambiente di lavoro ed attenta lettura delle schede tecniche e delle schede di sicurezza delle stesse. I dati rilevanti sono, per esempio:

- ✓ combustibilità,
- ✓ esplodibilità,
- ✓ grandezza media delle particelle di polvere e granulometria,
- ✓ il contenuto di umidità e di altre sostanze inertizzanti,
- ✓ campo di esplodibilità (LEL - UEL),
- ✓ temperatura di accensione della nube e dello strato,
- ✓ energia minima di accensione,
- ✓ resistività elettrica,
- ✓ densità (massa volumica) e densità apparente,

Oltre alle caratteristiche di cui sopra, di volta in volta devono essere individuate anche le seguenti caratteristiche relative alla manipolazione o al deposito delle polveri stesse:

- ✓ concentrazione limite di ossigeno nell'atmosfera;
- ✓ pressione nel punto di emissione;
- ✓ altre caratteristiche

Diversamente dai gas o vapori, le polveri possono assumere comportamenti nei confronti dell'esplodibilità molto diverse al variare di alcune loro caratteristiche che sono proprie di ciascuna situazione impiantistica, ad esempio: le dimensioni delle particelle e la distribuzione granulometrica, il contenuto di umidità, ecc.

Le caratteristiche delle polveri sono stabilite mediante prove. In generale le prove sono fatte in laboratori specializzati.

Si ricorda che non sempre è necessario reperire tutte le caratteristiche per fornire informazioni sufficienti. Le informazioni riguardanti le caratteristiche delle polveri si possono ricavare:

- a) dalle schede di sicurezza e ambiente (informative);
- b) dalla documentazione sulle misure di sicurezza sul lavoro attuate in base al D.Lgs. 81/08 o di altre disposizioni e/o dalla documentazione sulle misure di prevenzione incendi, ove esistenti;
- c) dal produttore della sostanza o preparato;
- d) sperimentalmente;
- e) dalla letteratura tecnica;
- f) dall'Appendice GA, dove è riportato un elenco di polveri combustibili con le loro caratteristiche più significative ai fini della classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione (Tabella GA.1-A);

3.4.1. Combustibilità

L'attitudine di una polvere a bruciare in strato (combustibilità) viene verificata mediante esami a vista in laboratorio BZ e, se la polvere non è combustibile lo strato di polvere non presenta pericoli d'incendio.

Nel caso in cui la granulometria si dimostri integralmente superiore a 500 µm oppure, se inferiore a tale valore, il BZ sia pari a 1, si può concludere l'esclusione delle polveri dal campo applicativo del Titolo XI, DLgs 81/08.

Tipo di reazione		Classe BZ	Esempi di materiali
Assenza di propagazione delle fiamme	Nessuna accensione	1	Sale da tavola, acido stearico (1,3 mm)
	Breve accensione e rapido spegnimento	2	Acido tartarico, polipropilene (162 µm)
	Combustione o incandescenza senza praticamente propagazione	3	Polipropilene (25 µm)
Propagazione delle fiamme	Incandescenza senza scintille (senza fiamma) e lenta decomposizione senza fiamma	4	Resina fenolo-formaldeide (60 µm)
	Combustione con fiamma o generazione di scintille	5	Zolfo, metilcellulosa (29 µm)
	Combustione molto rapida con propagazione delle fiamme o rapida decomposizione senza fiamma	6	Polvere nera, calcio/alluminio (22 µm)

Tuttavia, si deve tenere conto che, non necessariamente una polvere inerte in strato lo è pure in nube. È possibile, infatti, che la polvere in strato non bruci a causa della presenza di sostanze inertizzanti oppure, ancora, a causa della presenza di frazioni granulometriche che tendono a rendere complessivamente inerte l'intera massa polverosa depositata. La situazione in nube può tuttavia mutare radicalmente dato che, soprattutto nei sistemi di contenimento, le polveri tendono a selezionarsi aeraulicamente ed è possibile che polveri inertizzanti presenti non permangano in sospensione in nube. Un caso tipico reale è quello della farina dove è incombustibile in strato ma esplodibile in dispersione aerea.

Se tutte le polveri non sono combustibili il luogo non presenta pericoli d'incendio da strati di polvere

3.4.2. Esplosibilità

Verificata la combustibilità, è necessario stabilire la capacità di una polvere di esplodere in nube (esplosibilità).

Anche questa caratteristica deve essere verificata mediante prove di laboratorio con cui si misurano, in un contenitore chiuso, la sovrappressione massima di esplosione p_{\max} e velocità massima di aumento della pressione di esplosione $(dp/dt)_{\max}$, grandezze che sono rappresentative della violenza dell'esplosione di una nube in ambiente confinato: in generale, sono considerate esplotabili le polveri che, alle prove di laboratorio, producono pressioni di esplosione superiori a 666 Pa (0,0066 bar), in quanto, generalmente, si ritiene che pressioni inferiori non creino danni permanenti alle persone, agli animali e alle cose.

La sovrappressione massima di esplosione p_{\max} è la massima sovrappressione effettiva (pressione assoluta meno la pressione ambiente) ottenuta innescando una nube con concentrazione ottimale della polvere in aria, in determinate condizioni di prova, in un contenitore chiuso: generalmente le sovrappressioni massime rilevabili per le polveri combustibili non superano i 1000 kPa (10 bar)

Dalla velocità massima di aumento della pressione di esplosione $(dp/dt)_{\max}$ si determina una costante caratteristica della polvere, attraverso la cosiddetta legge cubica, di seguito riportata, che esprime la dipendenza della velocità massima di aumento della pressione di esplosione $(dp/dt)_{\max}$ dal volume dell'ambiente in cui avviene l'esplosione: tale costante caratteristica, detta indice di esplosione K_{St} , dipende dalle condizioni di prova e viene determinata con una prova di esplosione in un reattore sferico con volume unitario (1 m³).

$$K_{St} = \text{costante} = \left(\frac{dp}{dt} \right)_{\max} * V^{1/3} \quad (17)$$

A seconda del valore del valore del K_{St} , alla polvere viene attribuita una Classe di esplosione St, come, riportato nella seguente.

Classe di esplosione della polvere in aria	K_{St} Bar* m ³ s ⁻¹	Valutazione
St 0	0	Esplosione debole, senza percezione visiva della propagazione della fiamma ¹⁰
St 1	> 0 fino a 200	Esplosione moderata
St 2	> 200 fino a 300	Esplosione forte
St 3	> 300	Esplosione Severa (grave)

La seconda proprietà da verificare per individuare una polvere combustibile, oltre la combustibilità in strato, è la sua esplotibilità in nube.

L'esplotibilità è verificata mediante prove di laboratorio.¹¹

3.4.3. Grandezza media delle particelle di polvere e granulometria

Le caratteristiche ai fini dell'esplosione di una polvere dipendono in gran parte dalla grandezza media delle sue particelle; pertanto, questa deve essere specificata insieme alle altre caratteristiche significative.

In considerazione della grandezza media delle particelle si possono fare alcune osservazioni:

- la dispersione e la loro permanenza in aria è tanto maggiore quanto più bassa è la massa volumica della polvere e la coesione delle particelle (la coesione è influenzata dall'umidità e dalla forma delle particelle stesse);

¹⁰ Nel caso la classe della polvere sia St 0, è necessario approfondire le indagini di laboratorio prima di dichiarare non esplotiva la polvere.

¹¹ Di massima si possono considerare "trascurabili" le esplosioni che, alle prove di laboratorio, producono pressioni inferiori a 666 Pa (0,0066 bar - 5 mm Hg), in quanto, generalmente, si ritiene che pressioni di così piccola entità non producano danni alle persone ed eventualmente danni minimi agli animali ed alle cose. Se la polvere non è esplotibile l'esplosione non può avvenire. Se tutte le polveri presenti non sono esplotibili il luogo non presenta pericoli d'esplosione da polveri.

- b) la combustibilità e l'esplosibilità delle polveri sono influenzate molto dalle dimensioni delle particelle; in particolare, al diminuire delle dimensioni delle particelle si osserverà:
- c) aumento della sovrappressione massima di esplosione $p_{e\max}$;
- d) aumento della velocità massima di aumento della pressione di esplosione $(dp/dt)_{\max}$;
- e) diminuzione delle energie minime di accensione MIE;
- f) diminuzione del limite inferiore di esplosibilità LEL.

È importante osservare che al diminuire della grandezza delle particelle, la polvere viene più facilmente dispersa in forme turbolente, favorendo le reazioni di combustione e aumentando ulteriormente la sovrappressione massima di esplosione $p_{e\max}$

Come si può vedere dalle Fig. 2, all'aumentare della grandezza media delle particelle, diminuisce la severità dell'esplosione e, superati i 500 μm (420 μm secondo le NFPA 651), la polvere perde del tutto le proprietà di esplosibilità.

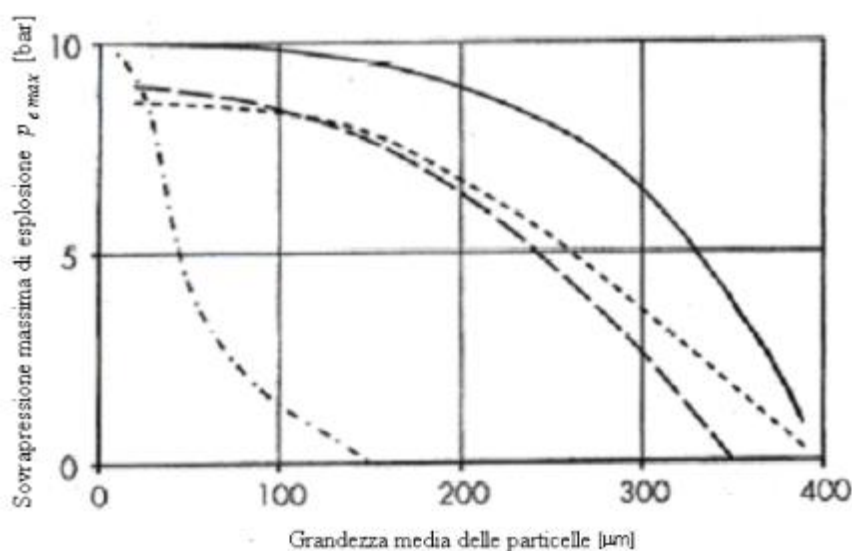


Figura 2

La granulometria può essere rappresentata fornendo le percentuali in massa di particelle di determinata grandezza o campi di grandezze, sotto forma tabellare come in 3 o con un diagramma come da Fig. 3.

SOSTANZA	Granulometria				
	fino a μm %	da ... μm a ... μm %	da ... μm a ... μm %	maggiore di μm %	Grandezza media μm
.....					
.....					
.....					

Figura 3 Granulometria di un campione di polvere - Indicazione in forma tabellare

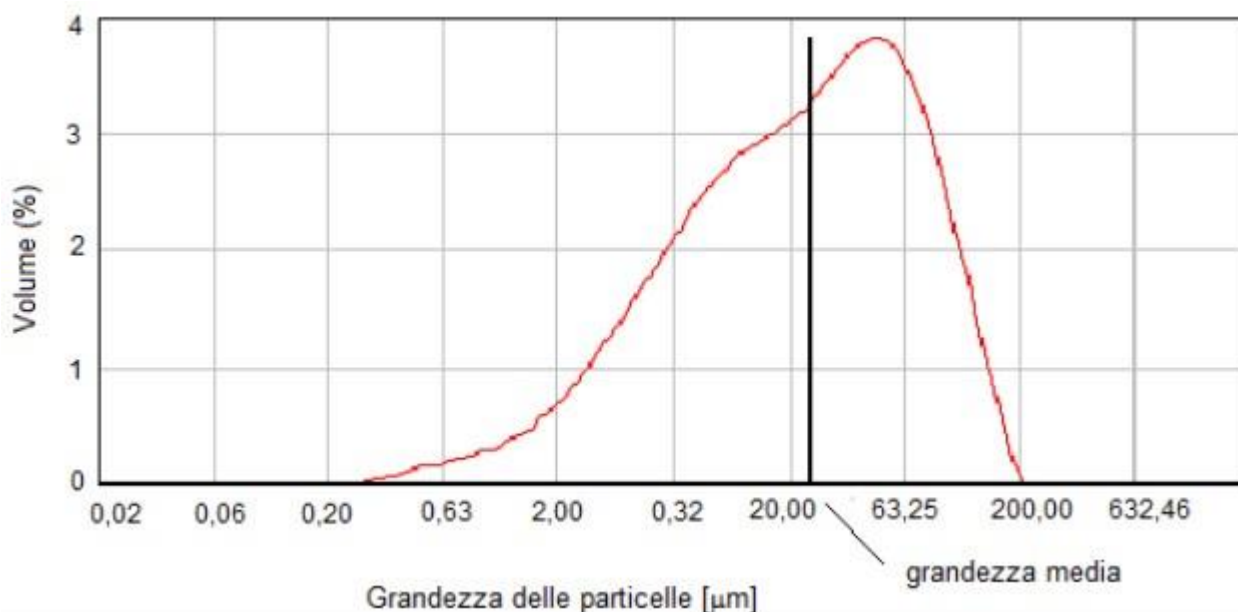


Figura 4 Granulometria di un campione di polvere - Indicazione in forma di diagramma

La grandezza delle particelle di una polvere è determinante per l'esplosibilità della polvere e per la possibilità di formare la nube esplosiva e per la persistenza di questa, prima che tutta la polvere sia depositata.

Il campione selezionato per la valutazione deve essere rappresentativo della polvere prevedibile nell'ambiente nelle condizioni peggiori. Questo in quanto anche particelle di grandezza maggiore di 500 μm sottoposte a diverse operazioni (es. trasporto pneumatico) possono essere sminuzzate con formazione di frazioni più fini o creare comunque pericoli d'esplosione.

È bene ricordare uno dei principi fondamentali della prevenzione contro l'esplosione da polveri: le polveri generano sempre polveri più fini.

La grandezza (dimensioni) non può generalmente essere considerata uguale per tutte le particelle di una polvere data, per cui, in genere, essa è rappresentabile con distribuzioni statistiche (granulometria). È dunque difficile determinare l'esatta influenza della grandezza delle particelle sulla propensione della polvere

ad esplodere essendo sempre possibile trovare, nella massa del materiale, ancorché in pezzatura grossolana, una frazione granulometricamente adatta alla formazione di atmosfere esplosive.

La granulometria di una polvere è poco utilizzata nella pratica corrente, più utilizzata è la grandezza media delle particelle; tuttavia, essa può permettere di escludere a priori l'esplosibilità della polvere quando, considerate tutte le condizioni di manipolazione e/o deposito, le frazioni al di sotto di 500 μm sono in quantità trascurabile o assenti. La ricerca della granulometria (distribuzione granulometrica) è quindi particolarmente utile quando la grandezza media delle particelle è maggiore di 500 μm .

Quando la polvere non è esplodibile, cioè non può creare nubi esplosive, rimane il pericolo di incendio dallo strato

Come è stato detto, le particelle più fini sono più facilmente disperdibili e saranno queste le frazioni che andranno a depositarsi più lontano dalla SE: si deve concludere quindi che, le esplosioni di nubi lontane dalle SE possono essere più severe di quelle di nubi emesse o sollevate in prossimità delle SE stesse.

Esistono particelle talmente fini e leggere da avere un comportamento analogo a quello dei gas, esse si allontanano molto dalla sorgente di emissione e possono depositarsi anche su superfici più alte della sorgente di emissione; per queste polveri occorrono particolari considerazioni.

Le caratteristiche di esplodibilità di una polvere sono generalmente riconducibili alla grandezza media delle sue particelle; pertanto, questa deve essere specificata insieme alle altre caratteristiche significative.

3.4.4. Contenuto di umidità e di altre sostanze inertizzanti

Il contenuto di umidità di una polvere, espresso in termini di quantità d'acqua per unità di massa di polvere, influenza le caratteristiche di esplodibilità della polvere.

L'umidificazione della polvere con acqua dà luogo ad agglomerati più difficili da disperdere, si riduce quindi la possibilità per la polvere di essere sollevata nell'aria e formare un'atmosfera esplosiva ed aumenta la temperatura di accensione della nube.

L'umidificazione non è sempre praticabile, per esigenze di qualità del Prodotto o per incompatibilità; infatti, ci sono alcuni casi in cui l'acqua idrolizza la polvere e sviluppando calore ne facilita l'accensione. In altri casi l'acqua reagendo violentemente con la polvere sviluppa idrogeno che aumenta il pericolo d'esplodibilità della stessa polvere anidra (es. alluminio, magnesio)

Percentuali di umidità fino al 12% contenute nelle polveri sono considerate non influenti per il comportamento delle stesse.

In generale si osserva che il LEL aumenta con l'aumentare del tenore di umidità; con percentuali di umidità superiori al 30%-50% la maggior parte delle polveri è inerte (v. Nota).

In questo caso rimane il pericolo d'incendio dello strato.

3.4.5. Energie minima di innesco

L'energia minima di accensione per le polveri è generalmente dell'ordine di qualche decina di mJ ma può scendere al di sotto di 1 mJ (ad esempio 0,3 mJ nel caso di una nube di zolfo finemente disperso in aria). I valori relativi a diverse miscele gassose sono superiori a questi livelli, così da dubitare della loro attendibilità.

All'aumentare dell'energia di una sorgente di accensione, si osserva uno scorrimento verso fenomeni di detonazione (indicativamente, con inneschi di energia superiore a 100 kJ; con energie inferiori al millijoule, tipicamente, gli inneschi non sono efficaci).

Da rilevare che la maggior parte degli incidenti avvenuti in passato ha avuto luogo in presenza di polveri con MIE inferiori a 25 mJ (BS 5958). In generale, tuttavia, non sono attesi inneschi di tipo elettrostatico nei casi di polveri combustibili con MIE superiori a 1 J (NFPA, 2003)

3.4.6. concentrazione di ossigeno nell'atmosfera

All'aumentare della concentrazione d'ossigeno, si osserva:

- ✓ diminuzione delle temperature minime di accensione;
- ✓ aumento della sovrappressione massima di esplosione p_{max} ;
- ✓ aumento della velocità di propagazione di fiamma;
- ✓ aumento dell'attitudine all'autoaccensione;
- ✓ scorrimento verso fenomeni di detonazione.

Nelle applicazioni industriali più comuni, non si verificano condizioni di atmosfere arricchite di ossigeno; generalmente, si cerca di abbassare la concentrazione dell'ossigeno a concentrazioni inferiori alla Concentrazione limite di ossigeno (LOC) per rendere inerte la polvere combustibile.

3.4.7. Campo di esplodibilità (LEL - UEL)

Come per i gas, anche per le polveri esiste un campo di esplodibilità, compreso tra un limite inferiore (LEL) ed un limite superiore (UEL), al di fuori del quale non è possibile l'innesco dell'esplosione.

I limiti di esplodibilità delle polveri (LEL e UEL) sono espressi in termini di massa di polvere per unità di volume di aria, generalmente in g/m^3 .

Al di sopra dell'UEL la fiamma non può propagarsi per mancanza di ossigeno nelle immediate vicinanze delle particelle. La determinazione sperimentale dell'UEL di una polvere presenta notevoli difficoltà, in quanto bisogna essere certi che la nube costituente il sistema eterogeneo polvere-aria abbia composizione uniforme e che non si formino zone in cui la concentrazione della polvere sia inferiore a quella corrispondente al limite superiore di infiammabilità. Poiché è estremamente raro che negli impianti industriali nubi di polvere possano essere mantenute in concentrazioni sopra il limite superiore di esplodibilità, l'interesse per questo limite è piuttosto scarso e la misura dell'UEL non viene quasi mai effettuata.

In prima approssimazione, l'andamento della sovrappressione di esplosione in funzione della concentrazione della miscela aria-polvere ha un tipico andamento a campana: cresce a partire da entrambi i limiti di esplodibilità inferiore e superiore, e raggiunge il suo valore massimo in corrispondenza della concentrazione stechiometrica, valore compreso tra i limiti suddetti. I limiti di esplodibilità, particolarmente quello superiore, variano al variare della concentrazione di ossigeno nell'atmosfera. La Norma e la presente Guida si applicano ai luoghi nei quali vi possono essere dei pericoli di esplosione dovuti alla presenza di polveri combustibili in miscela con l'aria in condizioni atmosferiche, pertanto il LEL (e l'UEL) è inteso riferito a dette condizioni.

Per diverse polveri il LEL in aria è compreso tra 20 g/m^3 e 100 g/m^3 (ossia a valori inferiori a quelle di molte di molte miscele gas), tuttavia, e particolarmente per le polveri organiche si riscontrano valori di LEL anche superiori.

L'UEL cade frequentemente tra 2000 e 6000 g/m^3

Di grande interesse e utilità pratica risulta la determinazione sperimentale del LEL, che rappresenta la più piccola quantità di polvere sospesa in un'unità di volume di aria capace di accendersi e di propagare la fiamma. In concentrazioni inferiori al LEL le particelle della stessa polvere sono più lontane tra di loro e, a tale distanza, il calore liberato dall'ossidazione delle singole particelle non è sufficiente ad accendere quelle adiacenti.

3.4.8. La sorgente di emissione

Per procedere all'individuazione e classificazione delle sorgenti di emissione, è necessario fornire una definizione.

Definita come un punto o una parte di un sistema di contenimento da cui può essere emessa nell'aria polvere combustibile in grado di dar luogo ad una atmosfera esplosiva, la sorgente di emissione può emettere polveri sia in funzionamento normale sia anomalo, nonché durante la manutenzione.

Una sorgente di emissione da considerare sono gli strati di polvere all'interno di un sistema di contenimento in cui vengono lavorate e movimentate polveri, di cui è spesso impossibile evitare la formazione essendo questa parte integrante del processo. In particolare, questi strati, in presenza di turbolenze o azioni meccaniche, possono essere dispersi nell'ambiente formando delle nubi esplosive pericolose. Un effetto molto comune nel caso degli strati di polvere è il cosiddetto effetto domino dovuto ad una prima piccola esplosione, detta primaria, determinata dall'accensione di

polvere in strato che solleva, per azione dell'onda di pressione, una quantità molto maggiore di polvere con una seconda esplosione, detta secondaria, avente effetti molto maggiori della prima.

La formazione degli strati di polvere viene favorita dalle superfici orizzontali o poco inclinate e dagli angoli.

Essendo essi delle vere e proprie sorgenti di emissione, la loro presenza ed estensione dovrebbe essere sempre limitata mediante interventi di pulizia.

Le sorgenti di emissione (SE) vengono classificate, secondo la normativa vigente, in:

GRADO CONTINUO	Formazione continua di una nube di polvere: luoghi nei quali una nube di polvere può essere presente continuamente o per lunghi periodi, oppure per brevi periodi ad intervalli frequenti.
PRIMO GRADO	Sorgente che si prevede possa rilasciare polveri combustibili occasionalmente durante il funzionamento ordinario.
SECONDO GRADO	Sorgente che si prevede non possa rilasciare polveri combustibili occasionalmente durante il funzionamento ordinario, ma se avviene è possibile solo poco frequentemente e per brevi periodi.

Il grado di emissione (continuo, primo o secondo) di uno strato di polvere dipende dal livello di mantenimento della pulizia (buono, adeguato, scarso), dal disturbo dello strato (frequente o poco frequente) e dal grado di emissione della sorgente di emissione del sistema di contenimento, come causa primaria della formazione dello strato.

Secondo la CEI EN 60079-10-2 il livello di mantenimento della pulizia dell'ambiente si può definire:

LIVELLO DI MANTENIMENTO DELLA PULIZIA	
Buona	Gli strati di polvere sono mantenuti a spessori trascurabili, oppure sono assenti,
Adeguate	Gli strati di polvere non sono trascurabili ma di breve durata (meno di un turno lavorativo). A seconda della stabilità termica della polvere e della temperatura superficiale dell'apparecchiatura, la polvere può essere rimossa prima dell'avvio di qualunque incendio.
Scarsa	Gli strati di polvere non sono trascurabili e perdurano per oltre un turno lavorativo. Il rischio d'incendio può essere significativo e dovrebbe essere controllato

Tabella 7

Per quanto riguarda il disturbo dello strato, è logico che se esso viene disturbato di frequente, la polvere si solleva con frequenza maggiore e di conseguenza il grado di emissione risulta più elevato. Per la determinazione del grado di emissione di uno strato, in funzione del disturbo dello stesso e del grado della sorgente di emissione del contenitore si può far riferimento alla tabella 8.

	Grado della sorgente di emissione del contenitore	Continuo o primo	Secondo
Livello di pulizia	Disturbo strato	Grado di emissione strato	Grado di emissione strato
Adeguito	Frequente	Primo	Secondo
	Poco frequente	Secondo	—
Scarso	Frequente	Continuo	Primo
	Poco frequente	Primo	Secondo

Tabella 8 Determinazione del grado di emissione di uno strato in funzione del disturbo e della sorgente

3.4.9. strati

La presenza di tre tipi di zone rappresenta già di per sé una prima importante novità rispetto alle vecchie classificazioni effettuate con la Norma CEI 64-2, ove era previsto un unico tipo di zona (C2Z).

¹²

Una seconda importante differenza è costituita dalla valutazione degli strati di polvere presenti nell'ambiente. Si deve infatti considerare che, a differenza delle molecole di gas, le particelle di polvere tendono, in un tempo più o meno lungo, a depositarsi al suolo. Ciò avviene, in modo evidente, nei pressi della sorgente di emissione, ma può avvenire, in misura minore, anche a molta distanza da essa. Nel tempo, se non rimossi, si possono formare strati di polvere notevoli anche nell'intero ambiente ove avviene l'attività "polverosa".

Uno strato di polvere rappresenta un pericolo per due ordini di ragioni:

- ✓ Lo strato di polvere come SE di atmosfera esplosiva. Uno strato di polvere combustibile può produrre una nube esplosiva se la polvere viene, per qualche ragione dispersa nell'aria: ad esempio, può essere sollevata per l'azione del vento, il passaggio di un mezzo o a seguito di un'esplosione primaria che coinvolga altra polvere depositata nell'ambiente. In queste condizioni, lo strato è a tutti gli effetti una sorgente di emissione (SE).
- ✓ Lo strato di polvere come causa di incendio. La formazione di depositi di polvere in strati è favorita dalle superfici orizzontali o leggermente inclinate e dagli angoli. Uno strato di polvere depositata sopra componenti che producono calore (es. componenti elettrici) peggiora il loro raffreddamento, con conseguente aumento della temperatura. Se la temperatura superficiale del componente dell'impianto supera la temperatura di accensione della polvere in strato, questa può innescarsi (lenta combustione per ossidazione o per decomposizione della polvere) e produrre un incendio.

Non è esclusa la possibilità di presenza di polveri in strato incapaci di sollevarsi e, quindi di formare nubi esplosive. In tale caso sussiste solo il pericolo d'incendio (lenta combustione). Il fatto che lo strato

¹² La Norma CEI 64-2 non prevedeva i diversi tipi di zone, ma soltanto zone AD e zone non AD, questo comporta che, ferma restando la responsabilità e discrezionalità del datore di lavoro, nella generalità dei casi, i luoghi classificati di Classe 2 con la Norma CEI 64-2 devono essere riclassificati applicando la norma relativa norma CEI in vigore alla data di riclassificazione.

Quando sia eseguita una nuova classificazione dei luoghi con pericolo d'esplosione, gli impianti elettrici eseguiti a suo tempo secondo la Norma CEI 64-2, o comunque eseguiti prima del 30 giugno 2003 e non modificati, devono essere verificati per accertare la loro rispondenza alle prescrizioni minime stabilite dal D.Lgs 81/08, nell'ambito della valutazione dei rischi di esplosione (vedi anche la Guida CEI 31-93)

di polvere, sollevato da perturbazioni esterne, possa produrre una zona pericolosa dal punto di vista dell'esplosione, porta a trattare la zona in cui è presente lo strato come una sorgente di emissione, in modo del tutto analogo alle sorgenti di emissione "primarie". Il grado di emissione di una "SE-strato" è legato alla frequenza di formazione dello strato e alla frequenza del possibile disturbo (tipicamente si avranno emissioni di grado primo e secondo, sono in generale da evitare emissioni di grado continuo).

Lo strato di polvere dal punto di vista dell'innesco di incendio conduce inoltre, in tutta la zona interessata dallo strato, alla scelta di apparecchiature idonee. Un'apparecchiatura idonea è tale se la sua massima temperatura superficiale è inferiore (con un opportuno margine di sicurezza) alla temperatura di innesco dello strato. Come temperatura di riferimento per l'innesco dello strato si utilizza, la temperatura di innesco di uno strato di 5 mm di spessore (T_{5mm}).

Dipendentemente dallo spessore dello strato considerato, le apparecchiature devono essere scelte secondo le seguenti regole, al fine di escludere il pericolo di innesco dello strato a causa della temperatura superficiale delle apparecchiature stesse:

- ✓ strati di spessore fino a 5 mm **Regola 1**
- ✓ strati di spessore compreso tra 5 mm e 50 mm **Regola 2**
- ✓ strati di spessore superiore a 50 mm **Regola 3 e Regola 4**

La **Regola 1** si applica nel caso di spessore dello strato di polvere fino a 5 mm (CEI EN 50281-1-2, art. 6.2.1), cioè quando si presentano entrambi questi casi:

- ✓ sulla sommità dell'apparecchiatura possono formarsi strati di polvere di spessore non maggiore di 5 mm;
- ✓ si prevede che possano formarsi strati di polvere di spessore non maggiore di 5 mm attorno all'apparecchiatura (sui lati o sul fondo, almeno un lato deve essere libero).

In tal caso la temperatura superficiale massima ammessa delle apparecchiature deve essere uguale o inferiore alla temperatura minima di accensione relativa ad uno spessore 5 mm dello strato di polvere interessato T_{5mm} , ridotto di 75 K:

$$T_{max} = T_{5mm} - 75\text{ °C}$$

Ad esempio, per $T_{5mm} = 400\text{ °C}$ si ha $T_{max} = (400 - 75) = 325\text{ °C}$.

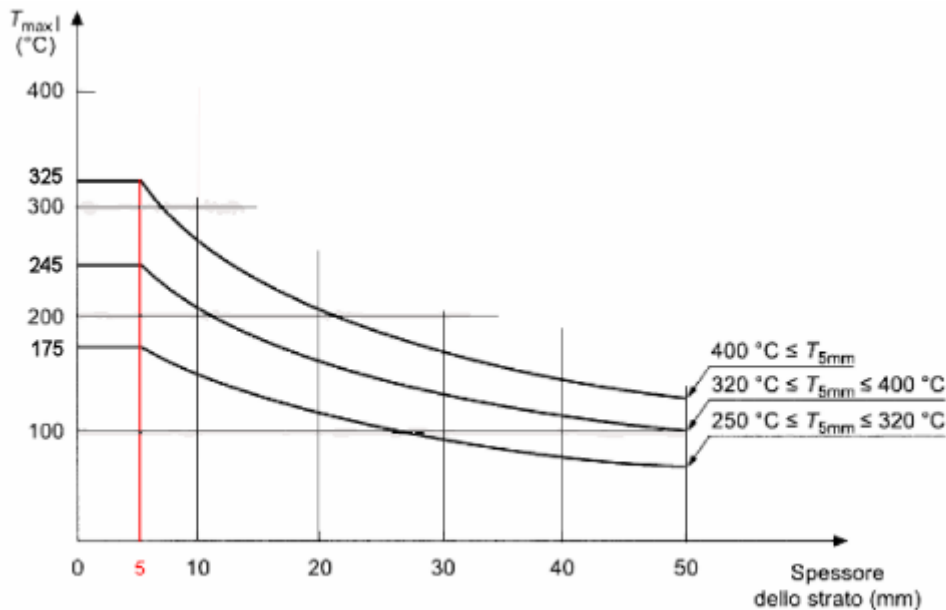


Grafico 1

La **Regola 2** si applica nel caso di spessore dello strato di polvere tra 5 mm e 50 mm (CEI EN 50281-1-2, art. 6.2.1, 6.2.2), cioè quando si presentano tutti questi casi:

- ✓ sulla sommità dell'apparecchiatura possono formarsi strati di polvere di spessore maggiore di 5 mm e fino a 50 mm;
- ✓ si prevede che possa formarsi uno strato di polvere di spessore non maggiore di 5 mm attorno all'apparecchiatura (sui lati o sul fondo, almeno un lato deve essere libero);
- ✓ l'apparecchiatura non è completamente sommersa dalla polvere;
- ✓ la temperatura minima di accensione è pari o superiore a 250°C riferita ad uno strato di polvere di 5 mm;

In tal caso, la temperatura superficiale massima ammessa delle apparecchiature (T_{max}) deve essere ridotta come indicato dal grafico 1.

Per i prodotti completamente sommersi dalla polvere si applica la Regola 3, che prevede una determinazione sperimentalmente (simulazione delle condizioni di lavoro) o calcolata utilizzando metodi di calcolo riconosciuti.

Per temperature minime di accensione inferiori a 250°C ed in ogni caso dubbio o in cui sia richiesta una maggiore precisione, la temperatura minima di accensione, in funzione dello spessore dello strato di polvere, deve essere definita mediante indagine di laboratorio (Regola 4).

Nella valutazione degli strati riveste particolare importanza la gestione della pulizia.

Uno strato può essere infatti notevolmente ridotto o eliminato da una idonea procedura di rimozione della polvere. L'efficacia dei provvedimenti di pulizia degli ambienti è espressa dal parametro "livello di mantenimento della pulizia". Si considerano i seguenti tre livelli di mantenimento della pulizia come definiti nell'allegato C della Norma EN 50281-3 e qui di seguito riportati.

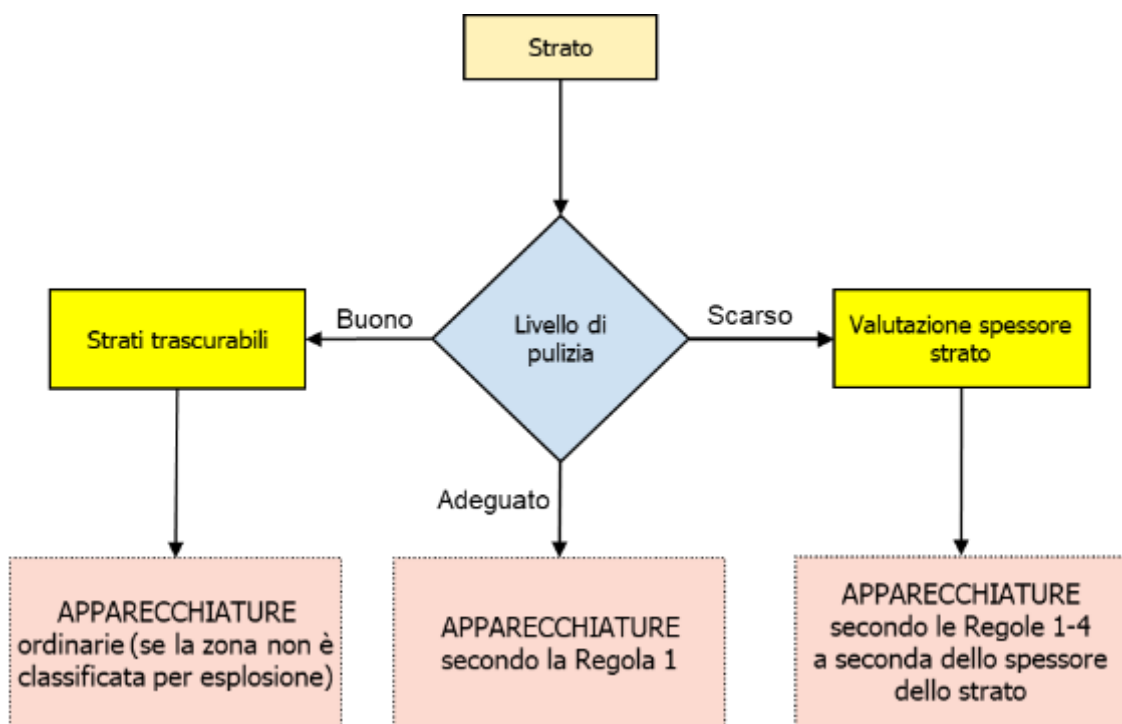
- ✓ **Buono:** quando gli strati di polvere sono mantenuti a spessori trascurabili, oppure sono assenti, indipendentemente dal grado o dai gradi delle emissioni, oppure sono rimossi rapidamente

in caso si formino poco frequentemente. In questo caso, il pericolo che si verifichino nubi di polveri esplosive dagli strati, e il pericolo d'incendio dovuto agli strati è escluso.

- ✓ **Adeguito:** quando gli strati di polvere non sono trascurabili ma sono di breve durata, meno di un turno di lavoro, da intendersi di 8 h circa, comunque da definire sulla base dei fattori che contribuiscono alla formazione dello strato e della nube (es. portata complessiva di emissione, velocità di sedimentazione, velocità dell'aria, disturbi e turbolenze, ecc.). A seconda della stabilità termica della polvere e della temperatura superficiale dell'apparecchiatura, la polvere può essere rimossa prima dell'avvio di qualunque incendio. In questo caso le apparecchiature scelte secondo la Regola 1 sono ragionevolmente idonee. In questo caso, il pericolo che si verifichino nubi di polveri esplosive dagli strati, e il pericolo d'incendio dovuto agli strati non è escluso.
- ✓ **Scarso:** quando gli strati di polvere non sono trascurabili e perdurano per oltre un turno di lavoro. Il pericolo d'incendio può essere controllato selezionando le apparecchiature in funzione dello spessore degli strati di polvere, da definire caso per caso. In questo caso, il pericolo che si verifichino nubi di polveri esplosive dagli strati, e il pericolo d'incendio dovuto agli strati non è escluso.

La figura riassume quanto precedentemente esposto. Per determinare l'estensione dello strato di polvere si possono considerare le seguenti regole:

- ✓ per impianti preesistenti può essere opportuno effettuare valutazioni sperimentali per definire l'estensione e lo spessore degli strati che si formano;
- ✓ in ambienti chiusi, a meno che non siano molto vasti in relazione all'emissione considerata, è buona regola estendere gli strati all'intero ambiente;
- ✓ negli ambienti aperti l'estensione degli strati è in generale limitata nell'intorno delle SE;
- ✓ l'estensione dello strato non può in ogni caso essere inferiore all'estensione in pianta della zona pericolosa originata dall'emissione dal sistema di contenimento.



3.4.10. le zone pericolose

Per l'individuazione delle zone pericolose per presenza di polveri combustibili si deve far riferimento sia alle norme tecniche precedentemente citate, sia alla CEI EN 60079-10-2:2016 e della GUIDA CEI 31-56, le quali operano la seguente distinzione:

- ✓ Zona 20: se l'atmosfera esplosiva è presente in modo continuo, per lunghi periodi o di frequente;
- ✓ Zona 21: se l'atmosfera esplosiva è presente sporadicamente durante il funzionamento ordinario;
- ✓ Zona 22: se l'atmosfera esplosiva non è possibile durante il funzionamento ordinario o è possibile poco frequentemente e per un breve periodo.

È naturale che la probabilità di formazione di zone pericolose dipende dalle caratteristiche del sistema di aspirazione delle polveri e dal grado di emissione delle SE; infatti, in assenza di un impianto di aspirazione ci sono forti probabilità di formazione di atmosfere esplosive.

Nella tabella 9 è riportato un sistema di determinazione delle zone pericolose in funzione delle caratteristiche del sistema di aspirazione e del grado di emissione delle SE.

Grado della emissione	Grado della captazione e asportazione della polvere						
	Alto			Medio			Basso (2)
	Disponibilità della captazione e asportazione della polvere						
	Buona	Adeguate	Scarsa	Buona	Adeguate	Scarsa	Buona, Adeguata o Scarsa
Continuo	(Zona 20 NE) Zona non pericolosa (1)	(Zona 20 NE) Zona 22 (1) (3)	(Zona 20 NE) Zona 21 (1) (4)	Zona 20	Zona 20 + Zona 22 (3)	Zona 20 + Zona 21 (4)	Non considerato
Primo	(Zona 21 NE) Zona non pericolosa (1)	(Zona 21 NE) Zona 22 (1) (3)	(Zona 21 NE) Zona 22 (1) (4)	Zona 21	Zona 21 + Zona 22 (3)	Zona 21 + Zona 22 (4)	Non considerato
Secondo	(Zona 22 NE) Zona non pericolosa (1)	(Zona 22 NE) Zona non pericolosa (1) (3)	Zona 22 (4)	Zona 22	Zona 22 (3)	Zona 22 (4)	Non considerato

(1) Zona 20 NE, 21 NE o 22 NE indicano una zona teorica dove, in condizioni normali, l'estensione è trascurabile.

Il Grado BASSO non è stato considerato in quanto, in queste condizioni, le zone pericolose devono essere definite considerando l'assenza del sistema di captazione e asportazione della polvere.

(3) E' prevista la formazione di strati di polvere di spessore generalmente inferiore di 5 mm.

(4) E' prevista la formazione di strati di polvere di spessore generalmente maggiore di 5 mm, da valutare caso per caso.

NOTA - "+" significa "circondata da". Il secondo tipo di zona deve essere definito considerando la ventilazione residua, cioè considerando l'assenza del sistema di captazione e asportazione della polvere.

Tabella 9 Influenza dei sistemi artificiali di asportazione delle polveri sui tipi di zone

Le zone pericolose all'interno dei sistemi di contenimento delle polveri combustibili sono, generalmente, zone 20 e si estendono a tutto il volume interno dello stesso, comprendendo tubazioni, recipienti, filtri, ecc.

La determinazione dell'estensione delle zone pericolose all'esterno dei sistemi di contenimento delle polveri combustibili dipende da coefficienti direttamente correlati alle caratteristiche della polvere combustibile in questione, dal sistema di contenimento e dall'ambiente.

Negli ambienti chiusi, solitamente, si hanno più tipi di zone pericolose nell'intorno della SE e in presenza di strati queste possono interessare tutto il volume dell'ambiente con zone 22.

Qualora si disponga di dati attendibili rilevati da luoghi con presenza delle stesse polveri combustibili o di altre con pari caratteristiche, ivi soggette a lavorazione o deposito con modalità e in condizioni ambientali che non siano diverse da quelle previste nel luogo considerato, tali dati possono essere utilizzati per rettificare il tipo e l'estensione delle zone pericolose definite applicando le procedure previste nella Norma 60079-10-2. I dati suddetti e i metodi di rilevamento degli stessi devono consentire una corretta valutazione in uno dei modi seguenti:

- ✓ mediante l'uso di un appropriato metodo di modellazione; oppure
- ✓ con analisi operativa del grado di sicurezza equivalente contro la presenza di atmosfera esplosiva determinata dalle SE e dalle condizioni ambientali; oppure
- ✓ con calcolo probabilistico, in base a dati statistici idonei, della probabilità di atmosfera esplosiva; il numero e la durata dei rilievi devono essere tali che la previsione formulata abbia un adeguato grado di attendibilità; stante la definizione di zone pericolose (riferimento sezione V.2 del DM 03/08/2015 e s.m.i), i valori di cui alla Tabella V.2.1 possono essere assunti indicativamente in mancanza di altri validi riferimenti; quando non sono disponibili valori attendibili dei ratei di guasto l'approccio probabilistico non è consigliabile.

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.

Esempi di zone per atmosfere esplosive per la presenza di polvere

ZONA 20	<ul style="list-style-type: none"> ✓ L'interno dei sistemi di contenimento di polveri: tramogge, sili, ecc., cicloni e filtri; ✓ Sistemi di trasporto polveri, eccetto alcune parti dei trasportatori a nastro e a catena, ecc; ✓ Interno di miscelatori, macine, essiccatori, apparecchiature per insaccaggio, ecc.
ZONA 21	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aree esterne ai contenimenti di polveri e nelle immediate vicinanze di porte di accesso, soggette a rimozione o apertura frequente per scopi di funzionamento, in presenza di miscele di polveri esplosive/aria all'interno; ✓ Aree esterne ai contenimenti di polveri e nelle vicinanze di punti di riempimento e di svuotamento, nastri trasportatori, punti di campionamento, stazioni di scarico camion, punti di scarico dai nastri, ecc., ove non vengano prese misure per evitare la formazione di miscele di polveri esplosive/aria; ✓ Aree esterne ai contenimenti di polveri dove si accumulano polveri e dove, a causa delle operazioni di processo, lo strato di polvere può essere disturbato e formare miscele di polveri esplosive/aria; ✓ Aree all'interno di contenimenti di polveri dove possono formarsi nubi di polveri esplosive (ma non in modo continuo, né per lunghi periodi, né frequentemente) come per es. sili (se riempiti e/o svuotati solo occasionalmente) e il "lato sporco" di filtri in caso di lunghi intervalli di autopulizia.
ZONA 22	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Uscite dagli sfianti degli involucri dei filtri, in quanto, in caso di malfunzionamento, possono verificarsi emissioni di miscele di polveri esplosive/aria; ✓ Luoghi vicini ad apparecchiature che devono essere aperte a intervalli non frequenti, o apparecchiature che, sulla base dell'esperienza, possono facilmente formare perdite, con espulsione violenta delle polveri, a causa di una pressione superiore a quella atmosferica: apparecchiature pneumatiche, collegamenti flessibili, suscettibili di danneggiamento, ecc; ✓ Magazzini di sacchi contenenti prodotti polverosi. Durante la movimentazione possono verificarsi danni ai sacchi, tali da causare perdite di polvere; ✓ Aree normalmente classificate come zone 21 possono rientrare in zona 22 quando vengono attuate misure per evitare la formazione di miscele di polveri esplosive/aria. Tali misure comprendono sistemi di estrazione aria. Le misure dovrebbero essere utilizzate nelle vicinanze dei punti di riempimento e svuotamento (dei sacchi), nastri trasportatori, punti di campionamento, stazioni di scarico camion, punti di scarico nastri, ecc; ✓ Aree nelle quali si formano strati di polveri controllabili, suscettibili di diventare miscele di polveri esplosive/aria. L'area viene designata come non pericolosa solo se lo strato viene rimosso mediante pulizia prima che possano formarsi miscele pericolose di polveri/aria.

Tabella 10

3.4.11. Estensione della zona pericolosa

La determinazione dell'estensione delle zone pericolose all'esterno dei sistemi di contenimento delle polveri combustibili dipende da coefficienti direttamente correlati alle caratteristiche della polvere combustibile in questione, dal sistema di contenimento e dall'ambiente.

Negli ambienti chiusi, solitamente, si hanno più tipi di zone pericolose nell'intorno della SE e in presenza di strati queste possono interessare tutto il volume dell'ambiente con zone 22.

Per la determinazione dell'estensione delle zone pericolose si è fatto riferimento all'appendice GD della guida CEI 31-56, che definisce:

Distanza pericolosa d_z e quota "a"

La distanza pericolosa d_z è calcolata a partire da una distanza di riferimento d_0 definita sulla base delle caratteristiche della polvere (grandezza media delle particelle, densità della sostanza considerata), della ventilazione presente nell'ambiente, della portata di emissione della SE, e di altri parametri, secondo la relazione 1 descritta nel paragrafo 6.5 della guida.

$$d_z = (d_0 + d_h) * k_d * k_u * k_{ta} * k_w \quad (1)$$

dove

- ✓ d_z = distanza pericolosa dalla SE nella direzione di emissione e di più probabile dispersione della nube esplosiva [m];
- ✓ d_0 = distanza di riferimento [m];
- ✓ d_h = distanza addizionale dipendente dall'altezza della SE [m];
- ✓ k_d = coefficiente dipendente dal rapporto tra la portata di emissione Q_d della SE e LEL;
- ✓ k_u = coefficiente relativo al contenuto di umidità della polvere;
- ✓ k_{ta} = coefficiente relativo al tipo di ambiente;
- ✓ k_w = coefficiente che dipende dalla velocità dell'aria di ventilazione w nell'intorno della SE e della velocità di sedimentazione della polvere u_t ;

Nella stessa guida viene definita come effettiva estensione della zona pericolosa la cosiddetta "quota a" che è:

$$a = k * d_z \quad (2)$$

dove k è un coefficiente variabile di cui il progettista può tener conto sulla base dell'esperienza in seguito a studi sperimentali di settore relativi al caso in esame.

In generale, la quota è stata assunta uguale a d_z , solo nel caso in cui d_z risulti minore di 1 m è stata assunto $a = 1$ m.

La distanza di riferimento d_0 [m] dipende dalla velocità dell'aria di ventilazione intorno alla SE w (m/s), dalla velocità con la quale la SE emette la polvere e dalle caratteristiche densità ρ (kg/m³) e diametro medio delle particelle (μ m) della polvere stessa. Per i sistemi di contenimento che lavorano a pressione atmosferica, essendo la velocità di emissione bassa, si prende come valore di riferimento $d_0 = 1$ m, mentre per i sistemi che lavorano in pressione, essendo la velocità di emissione non trascurabile, la d_0 è stata ricavata dal grafico di figura GD.3.1-1 (Guida CEI 31-56) o dal grafico di figura GD.3.1-2 a seconda della velocità dell'aria w .

distanza d_0 (emissione a alta velocità - $w = 0,5$ m/s)

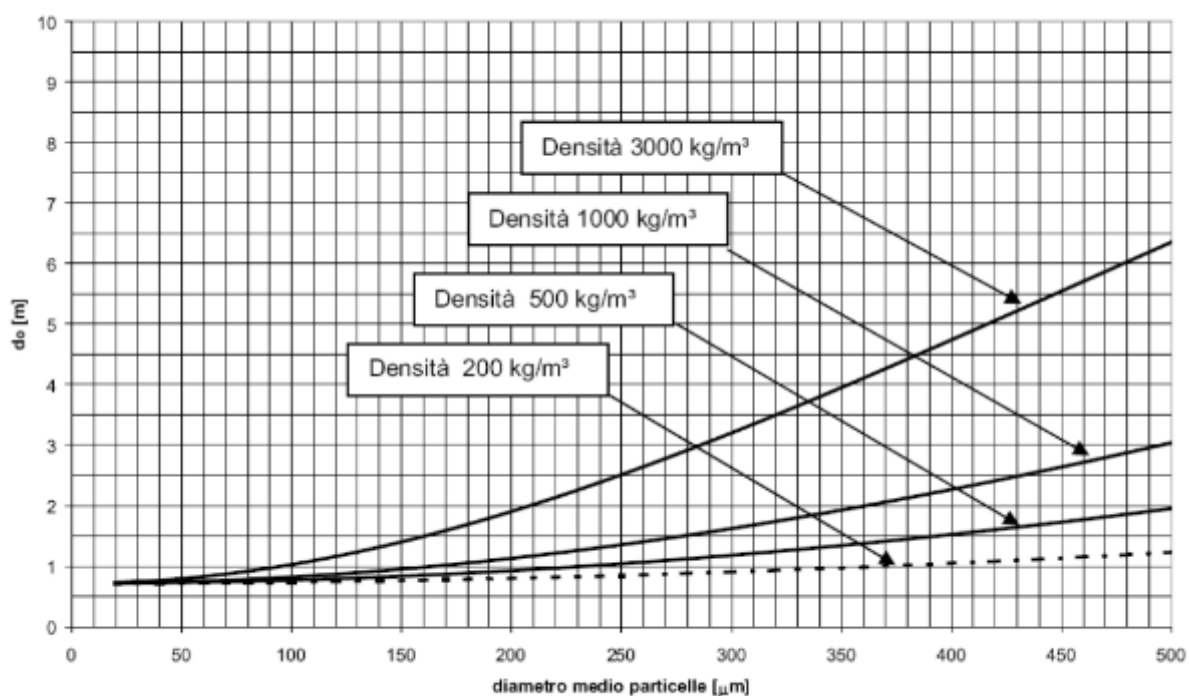


Fig. GD.3.1 - 1 Distanza di riferimento d_0 per SE in prossimità del suolo da sistema in pressione (ad alta velocità) e velocità dell'aria $w \leq 0,5$ m/s

distanza d_0 (emissione a alta velocità - $w = 2$ m/s)

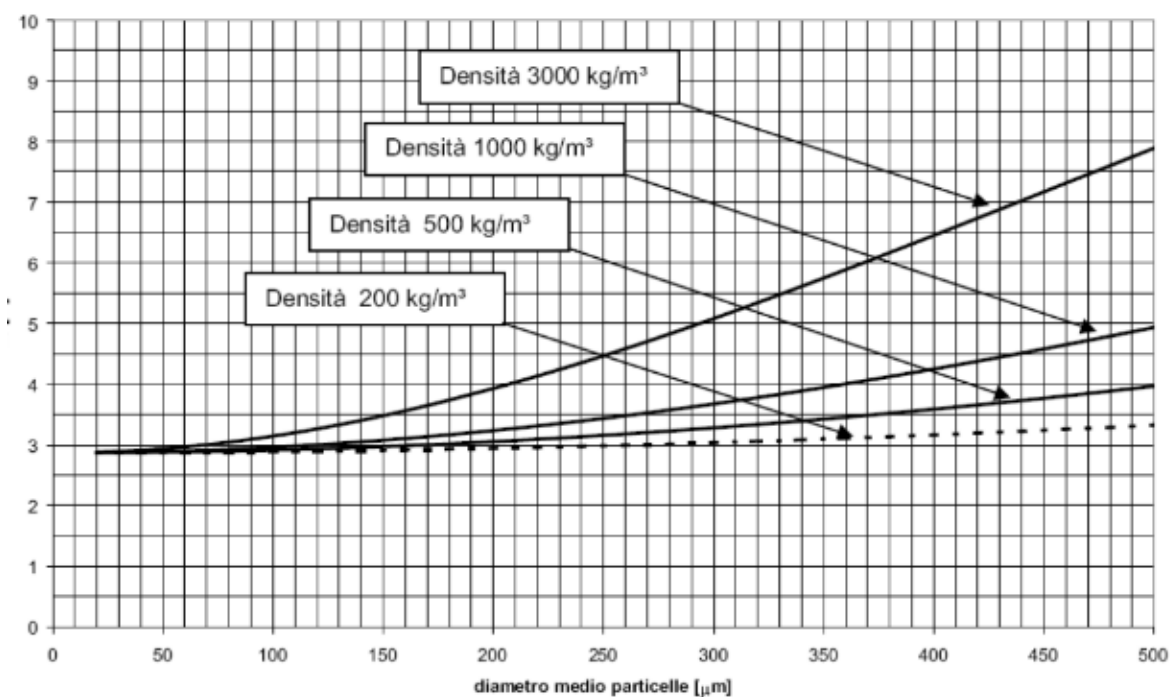
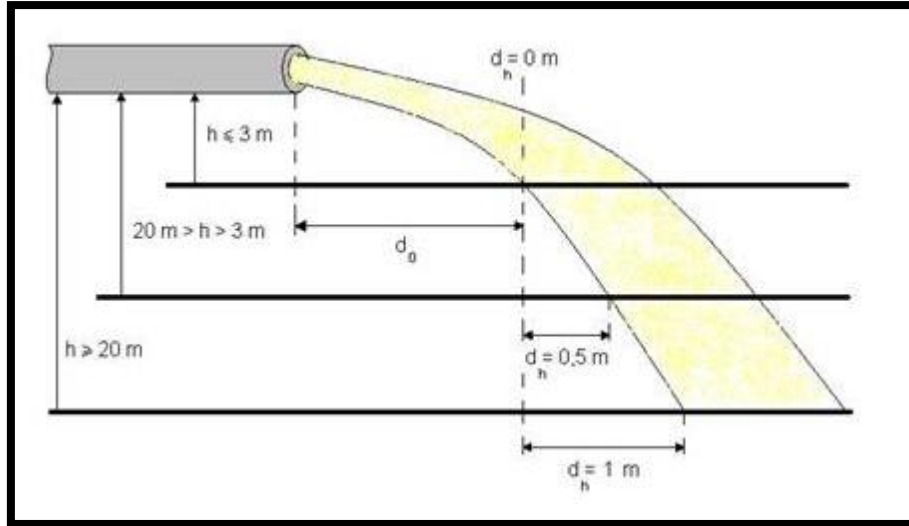


Fig. GD.3.1 - 2 Distanza di riferimento d_0 per SE in prossimità del suolo da sistema in pressione

Distanza aggiuntiva dipendente dall'altezza della SE d_h

Quando la SE non si trova in prossimità (oltre 3 m) della superficie di deposito (es. suolo, pavimento, o superficie che delimita inferiormente la caduta della polvere), alla distanza di riferimento d_0 deve essere aggiunta la distanza d_h dipendente dall'altezza della SE, che può essere ricavata dalla figura seguente:



dove:

- ✓ h altezza della SE dalla superficie di deposito (es. suolo, pavimento, o superficie che delimita inferiormente la caduta della polvere), [m]

Coefficiente k_d

Il coefficiente dipende dal rapporto tra la portata di emissione Q_d della SE e il LEL della sostanza considerata, tenuto conto della velocità di sedimentazione u_t . I valori di k_d sono indicati nella seguente tabella.

Condizione	k_d	Condizione semplificativa
se $\frac{LEL \cdot 10^{-3} \cdot u_t \cdot d_0^2}{2 \cdot Q_d} > 10$	0,5	Se $Q_d \leq 5\% P_p$
se $\frac{LEL \cdot 10^{-3} \cdot u_t \cdot d_0^2}{2 \cdot Q_d} \leq 10$	1	Se $Q_d \geq 30\% P_p$

P_p = portata totale di processo in corrispondenza della SE

Tabella 11

dove:

- ✓ LEL limite inferiore di esplodibilità [g/m³]
- ✓ U_t velocità di sedimentazione [m/s];
- ✓ d_0 distanza di riferimento [m];
- ✓ Q_d portata di emissione della SE [kg/s].

In funzione della propria velocità di sedimentazione (caduta) u_t , la polvere può depositarsi rapidamente oppure rimanere sospesa in aria per un lungo periodo.

Coefficienti riferiti alla polvere: velocità di sedimentazione u_t

In funzione della propria velocità di sedimentazione (caduta) u_t , la polvere può depositarsi rapidamente oppure rimanere sospesa in aria per un lungo periodo. La velocità di sedimentazione è espressa dalla seguente relazione:

$$u_t = \frac{\rho \cdot (d_m \cdot 10^{-6})^2 \cdot g}{18 \cdot \mu} \dots \dots \dots (3)$$

dove:

- ✓ u_t è la velocità di sedimentazione della polvere [m/s]
- ✓ ρ è la densità (assoluta) della polvere [kg/m³]
- ✓ d_m è la grandezza media delle particelle [μ m]
- ✓ g è l'accelerazione di gravità [9,81 m/s²]
- ✓ μ è il coefficiente di viscosità dinamica dell'aria [$1,8 \cdot 10^{-5}$ Ns/m²]

Coefficiente relativo al contenuto di umidità della polvere k_u

Il coefficiente relativo al contenuto di umidità della polvere k_u può essere ricavato dalla Tabella seguente:

Contenuto di umidità della polvere (%)	Campo di variazione del coefficiente	K_u consigliato
Dal 40% al 50%	Da 0,3 a 0,5	0,3
Dal 12% al 40%	Da 0,5 a 1	0,8
Inferiore al 12%	Da 1 a 1,2	1

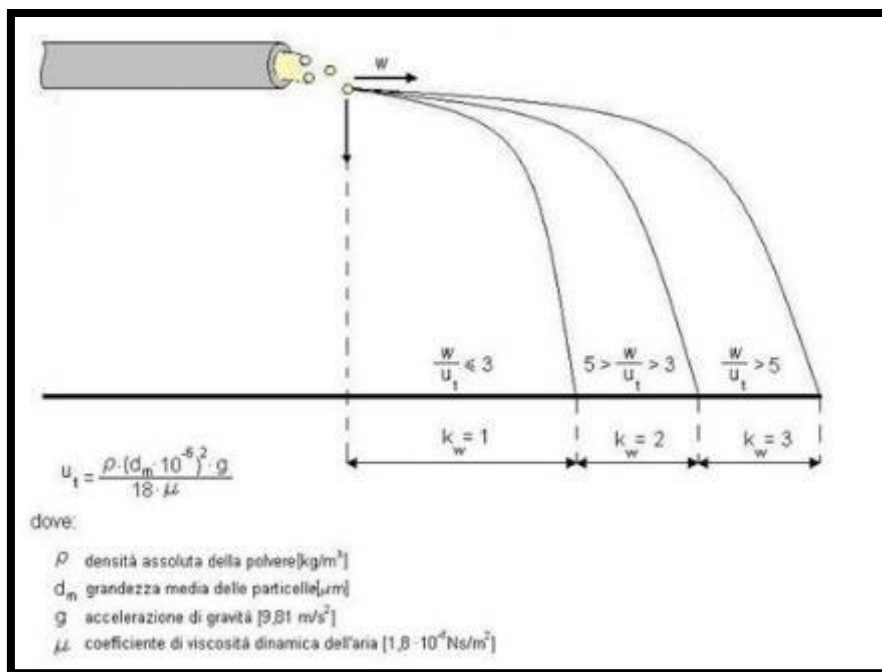
Coefficiente relativo al tipo di ambiente k_{ta}

Dipende dal tipo di ambiente nel quale viene a disperdersi la polvere, naturalmente in un ambiente aperto la polvere si disperde con maggiore facilità che in un ambiente chiuso. Tale coefficiente assume i valori riportati nella tabella seguente:

Tipo di ambiente	Campo di variazione del coefficiente	K_{ta} consigliato
Aperto	Da 0,5 a 0,7	0,5
Aperto con ostacoli	Da 0,7 a 1	0,8
Chiuso	Da 1 a 1,2	1

Coefficiente k_w

Dipende dalla velocità dell'aria di ventilazione w nell'intorno della SE e dalla velocità di sedimentazione u_t ; esso può essere ricavato dalla seguente figura:



dove:

- ✓ u_t velocità di sedimentazione [m/s]
- ✓ w velocità dell'aria di ventilazione nell'intorno della SE [m/s]

3.5. FASCICOLO TECNICO

Al termine del processo di classificazione viene definita la zona (dimensioni e tipologia) in cui può trovarsi un'atmosfera esplosiva così come richiesto dall'art. 293 e dell'allegato XLIX del D. Lgs. 81/08 (vedi paragrafo precedente: Ripartizione in zone dei luoghi in cui possono formarsi atmosfere esplosive).

La documentazione tecnica di classificazione dei luoghi costituisce il risultato dell'attività svolta; essa è generalmente costituita da:

- ✓ relazione tecnica;
- ✓ fogli dati; (eventuali);
- ✓ relazione illustrativa dei calcoli eseguiti (eventuale);
- ✓ disegni.

Nei disegni saranno riportate:

- ✓ l'ubicazione e l'identificazione delle SE mediante codici o numeri per facilitare i riferimenti incrociati con gli altri documenti (es. può essere utilizzato il numero riportato nella prima colonna del modulo dove sono elencate le SE.
- ✓ il tipo e l'estensione delle zone con indicazione dei dati per la definizione dei requisiti di sicurezza dei prodotti; un metodo adatto è quello di utilizzare tratteggi con diverse densità delle righe, completato da una legenda dove saranno indicati i dati per la definizione dei requisiti di sicurezza dei prodotti per i diversi tratteggi.
- ✓ l'ubicazione e l'identificazione delle aperture degli edifici mediante codici o numeri, per facilitare i riferimenti incrociati con gli altri documenti in analogia con le SE (es. porte, finestre, aperture d'ingresso aria, ecc.).

La simbologia da utilizzare nei disegni di classificazione è riportata nella **figura 5** seguente dove, oltre alla simbologia per i diversi tipi di zone, è riportato un esempio di simbologia per le SE, le aperture e le relative codificazioni, che può essere un valido riferimento, senza essere vincolante.

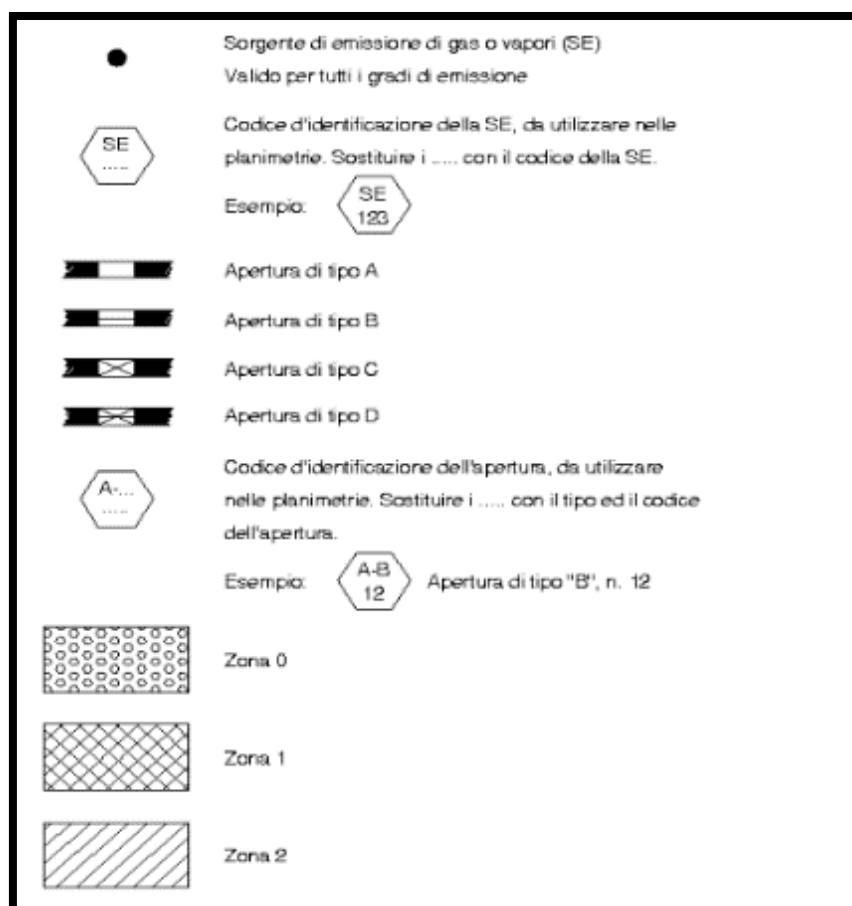


Figura 5 Simbologia da utilizzare nei disegni di classificazione dei luoghi con pericolo d'esplosione per la presenza di gas, vapori o nebbie infiammabili

E per le polveri esplosive:



3.6. SEGNALAZIONE DELLE AREE CON PERICOLO DI ESPLOSIONE

Se necessario, le aree in cui possono formarsi atmosfere esplosive in quantità tali da mettere in pericolo la sicurezza e la salute dei lavoratori saranno segnalate nei punti di accesso a norma dell'allegato LI (art. 293, comma 3 del D. Lgs. 81/08).



4. OGGETTO DELLA VALUTAZIONE DEI RISCHI DA ATMOSFERE ESPLOSIVE

4.1. PUNTI O PARTI DI IMPIANTO NON CONSIDERATI SORGENTE DI EMISSIONE "SE"

Ai fini della presente valutazione non si considerano sorgenti di emissione:

- ✓ Punti di campionamento (prese campione) a dosaggio predeterminato
- ✓ Ventilatori elettrici, in cui la girante fa parte integrante del motore. Ai sensi della direttiva 94/9/CE (e 2014/34/UE) costituiscono un unico apparecchio (pompa + motore) per cui la certificazione ATEX deve riguardare l'insieme.
- ✓ Contenitori di gas compressi, liquefatti e disciolti (es. bombole), correttamente manipolati e depositati (non connessi all'impianto), con:
 - Valvola chiusa;
 - Tappo sul foro di connessione;
 - Protezione della valvola (es. cappellotto, quando previsto)
- ✓ **Contenitori di sostanze infiammabili costruiti secondo specifiche norme (es. in Europa ADR), con coperchi chiusi a regola d'arte, correttamente manipolati e depositati; costruiti con modalità tali da considerare ragionevolmente non prevedibili cadute che possano provocare l'apertura o la rottura con fuoriuscita significativa di sostanza infiammabile, oppure, con procedure per la neutralizzazione rapida del liquido fuoriuscito.**
- ✓ Contenitori e le tubazioni saldate a regola d'arte
- ✓ Contenitori e le tubazioni con connessioni smontabili, che vengono smontate raramente e sono tecnicamente a tenuta in modo duraturo (permanente) sulla base dei criteri di progettazione, manutenzione e supervisione adottati;
- ✓ Le operazioni di saldatura e simili con l'impieghi di bombole di gas infiammabile (propano, acetilene, ecc..) e relative apparecchiature su carrellini mobili, non richiedono di per sé l'adeguamento alle disposizioni impiantistiche ed alla classificazione dei luoghi secondo la norma CEI 64-2; si tratta infatti di particolari lavorazioni ove la presenza di fiamme libere bonifica l'ambiente e non determina una zona AD". Questo secondo un chiarimento del CEI. Devono tuttavia essere rispettate le buone prassi di lavoro che prevedono:
 - Formazione degli operatori addetti a tali operazioni con evidenza di addestramento o un percorso formativo specifico (abilitazione UNI EN ISO 9606)
 - Controllare che i tubi di afflusso del gas siano perfettamente integri (data di scadenza) e che le bombole ed i relativi riduttori siano funzionanti.
 - Durante la saldatura si deve aerare l'ambiente ed attrezzarsi con occhiali da saldatura, guanti, berretto e vestiti adeguati.

4.2. PRESUPPOSTI DELLA CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI

Tutti i calcoli effettuati per la classificazione delle aree con pericolo di esplosione sono riportati in allegato esterno oppure inclusi nel presente documento.

La valutazione dei rischi associata alle zone identificate è inserita in allegato II, "Analisi del Rischio esplosione".

I calcoli sono stati effettuati sulla base delle norme CEI EN 60079-10-1 e CEI EN 60079-10-2, avvalendosi anche del software Atmosphere Risk Analysis Gas Plus (Tecnisweb).

Si premette che possono venire utilizzate le guide CEI 31-35 per i gas e CEI 31-56 per le polveri in assenza di altre guide più aggiornate o nel caso in cui l'applicazione delle stesse non è in contrasto con le norme tecniche in vigore.¹³

La classificazione dei luoghi in tabella è basata sul presupposto che:

- ✓ gli impianti siano eserciti entro le grandezze caratteristiche di progetto (funzionamento normale e/o esercizio ordinario); essa considera glie venti anormali "ragionevolmente prevedibili", compresi quelli eventuali dovuti alle attività di manutenzione ordinaria
- ✓ il reparto in studio non sia interessato da zone pericolose provenienti da SE di altri reparti circostanti.
- ✓ Il personale addetto all'esercizio e alla manutenzione sia informato dei pericoli presenti nel reparto, sia addestrato e fornito di mezzi adeguati alle attività di competenza.
- ✓ La classificazione dei luoghi Secondo CEI EN 60079-10-1, non considera:
 - miniere con possibile presenza di grisou;
 - luoghi di trattamento e produzione di esplosivi;
 - guasti catastrofici o malfunzionamenti non compresi nel concetto di normalità in questa norma.
 - locali adibiti ad uso medico;
 - ambienti domestici;
 - luoghi dove il pericolo può manifestarsi per la presenza di polveri o fibre combustibili. I principi della Norma CEI EN 60079-10-1 possono tuttavia essere utilizzati per valutazioni in presenza di miscele ibride (si veda, a questo proposito, anche la Norma CEI EN 60079-10-2).
- ✓ La classificazione dei luoghi Secondo CEI EN 60079-10-2, non considera:
 - luoghi minerari sotterranei;
 - polveri di esplosivi che per la combustione non richiedono l'ossigeno presente nell'atmosfera, propellenti, sostanze pirotecniche, munizioni, perossidi, combustibili, composti o elementi che reagiscono con l'acqua, oppure altri materiali simili;
 - guasti catastrofici che superano il concetto di anomalità trattato nella presente Norma;
 - ogni rischio derivante dell'emissione di gas tossici dalla polvere.
 - Questa Norma non si applica nelle situazioni in cui possa sussistere un pericolo per la presenza di gas o vapore infiammabili, ma i principi possono essere utilizzati nella valutazione di una miscela ibrida (vedere anche la IEC 60079-10-1).

¹³ Il Sotto Comitato CEI SC 31 J "Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione" ritiene che i contenuti tecnici della Guida CEI 31-35:2012-02 e della relativa Variante CEI 31-35;V1 :2014-05, abrogate, rappresentino un utile riferimento, per le metodologie scientifiche in esse contenute, relativamente alle parti non in contrasto con la nuova edizione della Norma CEI EN 60079-10-1 :2016-11, nell'ambito delle scelte affidate al valutatore/classificatore

NOTA DELLA REVISIONE CEI EN 60079-10-1: 2021

L'esclusione per i gas a bassa pressione è stata modificata:

- ✓ Rispetto all'edizione del 2016 non è più presente l'esclusione per gas combustibili al primo articolo (ed. 2016). Tale aspetto è ora trattato nell'art. 5.3.2 dell'edizione 2021 riportata di seguito:

5.3.2 Impianti che utilizzano gas combustibili

Per applicazioni commerciali e industriali in cui viene utilizzato solo gas combustibile a bassa pressione per l'alimentazione di apparecchi, per esempio per cucinare, riscaldare l'acqua e usi simili, si applicheranno i regolamenti locali per il gas.

Nella maggior parte dei casi la conformità ai pertinenti regolamenti locali per il gas comporterà una classificazione che non è pericolosa o porterà a una zona di estensione trascurabile.

NOTA Le basse pressioni sono comunemente considerate pressioni inferiori a 200 kPa (di manometro). Per esempi di regolamenti pertinenti, fare riferimento all'Allegato K.

trova applicazione quindi il DM 08/11/2019: «(...) regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti per la produzione di calore alimentati da combustibili gassosi», $P > 35 \text{ kW}$, $p \leq 0,5 \text{ Bar}$ per impianti aventi potenza al focolare superiore a 65 kW oppure le regole tecniche nazionali quali UNI CIG 7129 e UNI 7131 per impianti a gas naturale GPL ad uso domestico.

Sono poi utilizzate altre norme tecniche applicabili per i vari settori tecnici e impiantistici quali:

- ✓ La norma CEI EN 62485-3:2016-05 "Prescrizioni di sicurezza per batterie di accumulatori e loro installazioni. Parte 3: Batterie di trazione"
- ✓ La norma UNI EN 1539:2015 "Essiccatoi e forni nei quali si sviluppano sostanze infiammabili – requisiti di sicurezza. La norma tratta tutti i pericoli significativi, le situazioni e gli eventi pericolosi relativi a essiccatoi e forni nei quali si sviluppano sostanze infiammabili per evaporazione e indurimento dei prodotti di rivestimento.
- ✓ La norma UNI EN 12757-1:2010 "Apparecchiature di miscelazione dei prodotti vernicianti – Requisiti di sicurezza. La norma si applica alla progettazione e alla costruzione di apparecchiature di miscelazione dei prodotti vernicianti liquidi, equipaggiate con contenitori con un volume massimo fino a 10 l, utilizzate dagli addetti al ritocco nell'autocarrozzeria e ai distributori di prodotti vernicianti. La norma tratta tutti i pericoli significativi, le situazioni e gli eventi pericolosi relativi alle apparecchiature, quando utilizzate conformemente allo scopo previsto e nelle condizioni previste dal fabbricante.
- ✓ UNI EN 16985:2019 "Cabine di verniciatura per materiali di rivestimento organici - Requisiti di sicurezza" La norma tratta tutti i pericoli significativi, le situazioni e gli eventi pericolosi relativi alle cabine di verniciatura per l'applicazione di materiali di rivestimento liquidi organici quando sono utilizzati come previsto e nelle condizioni previste dal fabbricante, compreso l'utilizzo improprio ragionevolmente prevedibile.
- ✓ UNI EN 12779:2016 "Sicurezza delle macchine per la lavorazione del legno – Sistemi fissi di estrazione di trucioli e polveri – Requisiti di sicurezza" La norma tratta i pericoli significativi, le situazioni e gli eventi pericolosi per sistemi di estrazione di trucioli e polveri per installazioni fisse e per il collegamento con le macchine per la lavorazione del legno massiccio (compreso il legno duro), dei materiali a base di legno e dei materiali come il legno, quando esse sono utilizzate come previsto e nelle condizioni previste dal fabbricante, includendo l'utilizzo scorretto ragionevolmente prevedibile.

4.3. METODOLOGIA PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE SOSTANZE PERICOLOSE

Il presupposto per l'origine di un'esplosione è che siano presenti sostanze infiammabili nel processo di lavorazione o di produzione.

In generale si possono considerare infiammabili tutte le sostanze che sono capaci di sviluppare una reazione esotermica di ossidazione.

Tra queste vi sono:

- ✓ le sostanze che secondo il Regolamento 1272/2008/CE sono state classificate e contrassegnate come (frasi H - indicazione di pericolo)
 - H 220 - gas altamente infiammabile
 - H 221 - gas infiammabile
 - H 224 - liquido o vapori altamente infiammabili
 - H 225 - liquido o vapori facilmente infiammabili
 - H 226 - liquido e vapori infiammabili
 - H 242 - rischio di incendio per riscaldamento
- ✓ tutte le altre sostanze e preparati non (ancora) classificati, ma che corrispondono ai criteri d'infiammabilità o che siano in genere da considerare infiammabili

Questo pericolo potenziale, associato all'atmosfera esplosiva, si rende concreto quando è presente contemporaneamente una fonte d'innescio efficace.

Le proprietà chimico-fisiche valutate per l'individuazione delle caratteristiche di esplosività sono:

- ✓ granulometria
- ✓ stato fisico
- ✓ punto d'infiammabilità;
- ✓ limiti di esplosione inferiore e superiore (LEL, UEL)
- ✓ energia minima di accensione (MIE)
- ✓ temperatura minima di accensione di un'atmosfera esplosiva
- ✓ temperatura minima di accensione di uno strato di polveri
- ✓ Comportamento dell'atmosfera esplosiva dopo l'accensione
- ✓ pressione massima di esplosione (p_{max})
- ✓ velocità massima di aumento della pressione di esplosione [(dp/dt)_{max}]

La pericolosità (possibilità che una sostanza possa generare un'atmosfera esplosiva) delle sostanze presenti in stabilimento, è stata definita principalmente dall'analisi delle schede di sicurezza.

In mancanza d'informazioni certe, sono stati utilizzati i dati disponibili dalla letteratura NFPA (NFPA 69) oppure database sperimentali quali GESTIS-DUST-EX (Database Combustion and explosion characteristics of dusts) un database dell'IFA tedesco dove sono raccolti migliaia di test di combustibilità delle polveri.

Per applicazioni specifiche (ad es. combinazioni di polveri diverse, mancanza di dati attendibili, ecc) o in mancanza di dati certi, occorre sottoporre a prova i campioni delle sostanze da analizzare presso laboratori specializzati.

4.4. ANALISI DEI PRODOTTI COMBUSTIBILI/INFIAMMABILI

La classificazione delle aree con possibile presenza di vapori o gas infiammabili è legata alla presenza di e all'utilizzo di gas tecnici e liquidi infiammabili.

Gli stoccaggi dei gas tecnici sono prevalentemente condotti in un locale collocato al piano seminterrato della struttura. Gli impianti sono realizzati a regola d'arte e mantenuti periodicamente da tecnici interni ed esterni.

Il personale che utilizza i gas è formato e la distribuzione all'interno degli edifici avviene mediante linee prive di giunti e connessioni se non al punto di consegna.

L'idrogeno è un gas incolore, inodore, insapore, (non percepibile dai sensi umani), molto più leggero dell'aria (densità relativa rispetto all'aria 0,07). Viene classificato come "estremamente infiammabile" dalla normativa sulle sostanze e i preparati pericolosi.

Il trasporto normalmente avviene in recipienti d'acciaio singoli o assemblati in pacchi, oppure in bomboloni fissati inamovibili.

Tali recipienti vengono identificati dalla colorazione rossa dell'ogiva (RAL 3000 si veda colorazione allegata) e vengono sottoposti a revisione periodica ai sensi dell'allegato VII del D.Lgs. 81/2008. L'idrogeno puro non è un gas tossico ma agisce come semplice asfissiante provocando un'atmosfera sotto ossigenata. All'interno dei laboratori normalmente l'idrogeno viene distribuito tramite delle linee di adduzione collegate direttamente con la bombola posizionata all'esterno degli edifici. In alcuni casi invece (ad esempio quando l'idrogeno è presente in miscele con altri gas inerti) la bombola del gas si trova direttamente all'interno del locale stesso

PERICOLI:

- Con aria, ossigeno e altre miscele comburenti forma delle atmosfere potenzialmente esplosive.
- Ritorni di fiamma lungo le tubazioni.
- Reagisce con sostanze ossidanti e comburenti.
- Può causare asfissia in alta concentrazione.
- Tende a concentrarsi nelle parti alte dei locali.
- Brucia nell'aria con una fiamma quasi invisibile e molto calda.
- Alle alte pressioni può rendere fragili i metalli normalmente duttili.

Quasi tutte le aree laboratorio della struttura sono provviste di linee gas interne alimentate da bombole collocate nell'ambiente A01 oggetto di indagine.

La linea di adduzione dei gas è saldata a regola d'arte; quindi, non viene considerata come potenziale sorgente come già anticipato nelle premesse. Si ipotizza quindi una emissione di secondo grado relativa alle valvole presenti a monte della riduzione di idrogeno, internamente al locale.

La presenza di persone è rara, sono durante le fasi di sostituzione delle stesse. Inoltre, essendo l'emissione dovuta a guasto si considera la perdita da un punto a pressione maggiore, rappresentativo per l'ambiente. Le emissioni di secondo grado considerate non sono sommabili.

4.5. DESCRIZIONE AMBIENTI

Gli ambienti oggetto di questa indagine sono quelli legati agli ambiti produttivi, ai servizi e alle utenze impiantistiche.



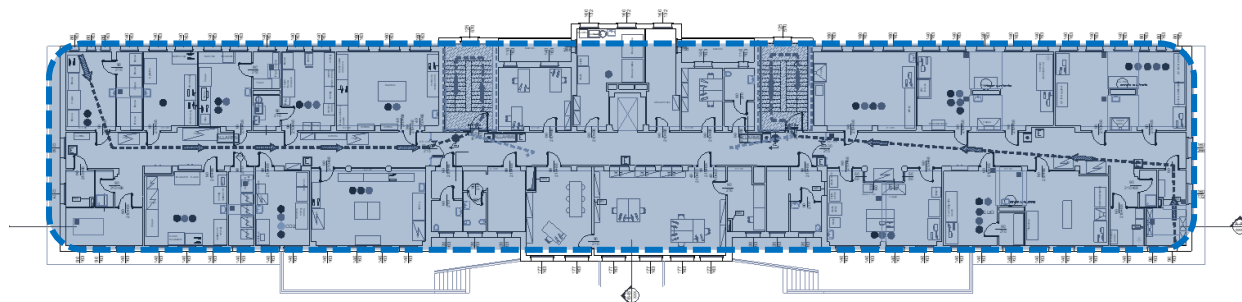
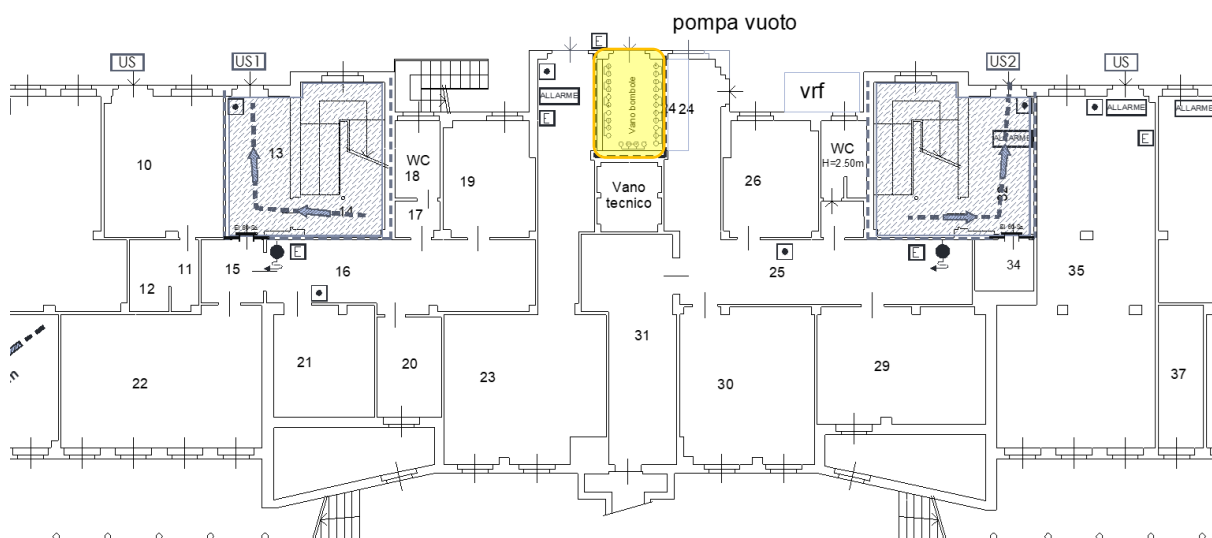
CODICE	LEGENDA	TIPOLOGIA	ATTIVITÀ SVOLTE	SOSTANZE INFIAMMABILI PRESENTI
A00	-	Aperto o parzialmente aperto	Area di passaggio veicoli, luoghi esterni di confine, ambienti con presenza continua di ventilazione naturale (buona)	nessuno
A01		Chiuso	Locale interno destinato a deposito e distribuzione gas	Gas tecnici
A02		Chiuso	Laboratori chimici medici	Gas tecnici (idrogeno, acetilene), liquidi infiammabili

Tabella 12



4.6. ELENCO DELLE SORGENTI DI EMISSIONE (SE)

Nello specifico, la presente valutazione del rischio da atmosfere esplodenti è rivolta alle seguenti lavorazioni/attività:

AMBIENTE	DESCRIZIONE SORGENTI DI EMISSIONI INDIVIDUATE	SOSTANZE INFIAMMABILI	SORGENTE DI EMISSIONE
Esterno (A00)	Area di passaggio e sosta veicoli	-	-
Locale interno deposito bombole (A01)	Locale interno destinato a deposito e distribuzione gas	Idrogeno e acetilene	SE01
Piano primo, laboratori (A02)	Emissione di liquidi infiammabili, gas tecnici infiammabili	Idrogeno, acetilene	SE02

Tabella 13

4.7. CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE DELLE SOSTANZE INFIAMMABILI

Le proprietà chimico-fisiche delle sostanze infiammabili e combustibili considerate ai fini dei calcoli sono di seguito descritte:

GAS E VAPORI DI LIQUIDI INFIAMMABILI

	Sostanza infiammabile							volatilità		LFL		Caratteristiche esplosive		
	Nome	composizione	Massa molare [kg/kmol]	Densità relativa gas/air	Coeff. Poliprotico di espansione γ	Flash point [°C]	Tem. Accensione [°C]	Punto ebollizione [°C]	Tensione di vapore a 20°C [Pa]	Vol (%)	kg/m ³	Gruppo	Temp. Class [°C]	Any other relevant information and remarks
1	Propano	CH ₃ CH ₂ CH ₃	44,09	1,689	1,14	-104	470	-42,2	814290	2,1	0,0385	IIA	T1	Kg = 100
2	Acetilene	C ₂ H ₂	26,04	0,998	-	< 0	305	-85	4165000	2,3	0,0249	IIC	T2	Kg = 1415
3	Idrogeno	H ₂	2	0,07	1,41	-	500	-	99520	4		IIC	T1	Kg = 550

POLVERI

Z _o	Nome Name	Granulometria Size [µm]	Energia minima di accensione Minimum ignition energy [mJ]	Umidità Humidity [%]	Temperatura di accensione dello strato Ignition temperature of the layer [°C]	Temperatura di accensione della nube Ignition temperature of the cloud [°C]	Grado di combustibilità Grade of combustibility (a)	LEL [g/m ³]	Classe di esplosione Kst (b) Class Explosion [bar m/s]	Altre informazioni di rilievo e/o osservazioni Any other information and remarks
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

NOTA a) **BZ1** Non prende fuoco; **BZ2** prende fuoco e poi si estingue rapidamente; **BZ3** brucia localmente o diventa incandescente senza propagazione; **BZ4** diventa incandescente con propagazione; **BZ5** prende fuoco con propagazione; **BZ6** brucia molto rapidamente

NOTA B) **St1** (0<Kst<199); **St2** (200<Kst<299); **St3** (300<Kst)

5. CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI

5.1. EMISSIONI DI SECONDO GRADO DEPOSITO BOMBOLE (A01) – SE01

Si classifica il luogo di installazione e stoccaggio delle bombole contenenti idrogeno e altri gas infiammabili utilizzati nei laboratori chimici.

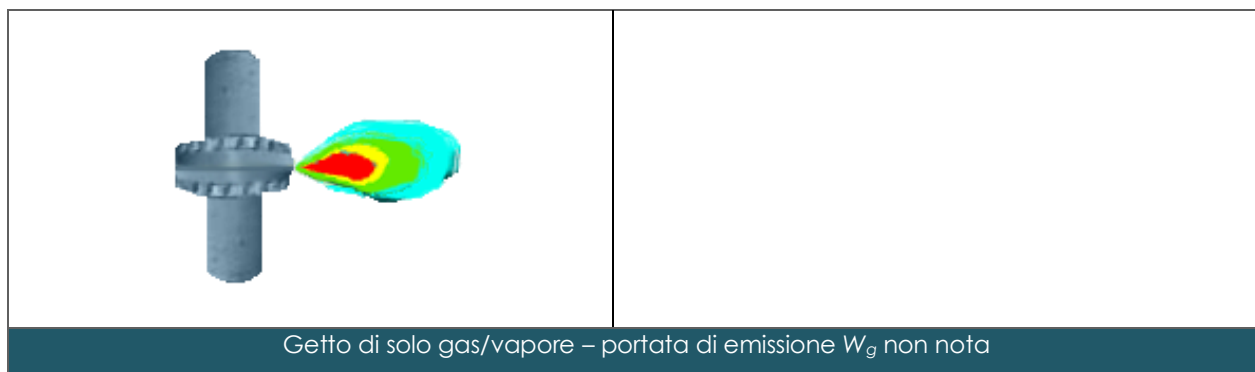
Lo scenario prevede l'emissione di idrogeno da un raccordo alla pressione di 200 Bar con un foro di guasto di 0,05 mm², verosimile per piccole raccorderie.

Dati generali:

Nome Progetto	ATS INSUBRIA VARESE
Nome Ambiente	A01 - deposito bombole
Tipo di ventilazione	Naturale
Nome della sorgente di emissione	SE 01: emissione interna locale a P 200 Bar
Posizione della Sorgente di Emissione	Posizione SE
Nome sostanza	Idrogeno
Pressione Atmosferica p_a	101300 Pa
Temperatura ambiente, T_a	35 °C

Portata di emissione W_g [kg/s]

Calcolo della portata di emissione W_g [kg/s] dovuta al getto in singola fase di gas/vapore.



Occorre stabilire se il gas può uscire dal sistema di contenimento, all'interno del quale è allo stato gassoso, a bassa velocità in regime di flusso subsonico (non turbolento), o ad alta velocità in regime di flusso sonico (turbolento).

Per definire il tipo di flusso, si applica la seguente relazione:

$$p_c = p_a \left(\frac{\gamma + 1}{2} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma - 1}} = 192000 \text{ Pa} - [\text{B.2} - \text{CEI EN IEC 60079-10-1}]$$

La velocità di emissione del gas è sonica se la pressione all'interno del contenitore è più alta della p_c (pressione critica).

Per definire l'indice politropico dell'espansione adiabatica γ nei gas ideali può essere usata la formula seguente:

$$\gamma = \frac{c_p}{c_v} = \frac{Mc_p}{Mc_p - R} = 1,41 [\text{CEI EN IEC 60079-10-1}]$$

Portata di emissione di gas con velocità di emissione sonica

Per definire la portata di emissione di gas con velocità di emissione sonica si applica la formula [f.GB.4.1-3] seguente:

$$W_g [kg/s] = C_d \cdot S \cdot p \sqrt{\gamma \cdot \frac{M}{Z \cdot R \cdot T} \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{\frac{\gamma+1}{2(\gamma-1)}}} \quad [\text{B.3 - CEI EN IEC 60079-10-1}]$$

Nella equazione è considerato che l'emissione avvenga alla velocità del suono:

$$v_s = \sqrt{\gamma \frac{R \cdot T}{M}} = 341,29 \text{ [m/s]} - [\text{f.GB.4.1-4}]$$

Portata di emissione di gas con velocità di emissione sub-sonica

Per definire la portata di emissione di gas con velocità di emissione sub-sonica si applica la formula [f.GB.4.1-5] seguente:

$$W_g [kg/s] = C_d \cdot S \cdot p \cdot \sqrt{\frac{M}{Z \cdot R \cdot T} \frac{2 \cdot \gamma}{\gamma-1} \left[1 - \left(\frac{p_a}{p} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right] \left(\frac{p_a}{p} \right)^{\frac{1}{\gamma}}} \quad [\text{B.5 - CEI EN IEC 60079-10-1}]$$

La velocità nel punto di emissione può essere calcolata con la formula:

$$u_0 = \frac{W_g}{C_d \cdot \rho_{exit} \cdot S} = 1179 \text{ m/s} - [\text{f.GB.4.1-6}]$$

La densità del gas, per flusso sonico all'apertura, può essere calcolata con la formula seguente (se il flusso è subsonico $\rho_{exit} = \rho_0$):

$$\rho_{exit} = \rho_{int} \cdot \left(\frac{2}{\lambda+1} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} = \frac{p \cdot M}{Z \cdot R \cdot T} \cdot \left(\frac{2}{\lambda+1} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} = 10,76 \text{ kg/m}^3$$

Il calcolo della densità equivalente, ρ_0 , partendo dalla densità iniziale può essere calcolata con la formula seguente:

$$\rho_0 = \rho_{int} \cdot \left(\frac{p_0}{p} \right)^{\frac{1}{\gamma}} = \frac{p \cdot M}{Z \cdot R \cdot T} \cdot \left(\frac{p_0}{p} \right)^{\frac{1}{\gamma}} = 0,4 \text{ kg/m}^3 - [\text{f.GB.4.1-7}]$$

La portata di emissione Q_g [m³/s] è data da:

$$Q_g = \frac{W_g}{\rho_g} = 0,00633 \text{ m}^3/\text{s} - [\text{B.4 - CEI EN IEC 60079-10-1}]$$

La densità (massa volumica) del gas è data da:

$$\rho_g = \frac{p_a \cdot M}{R \cdot T_a} = 0,08 \text{ kg/m}^3$$

Dove:

Portata di emissione	
Numero di emissioni n	1
Coefficiente di scarico o efflusso, C_d	0,8
Area del foro di emissione, S	0,05 mm²
Tipo di flusso, φ	Flusso sonico φ : 1

Pressione assoluta subito dopo l'uscita dal contenitore, p_0	101300 Pa
Pressione assoluta all'interno del contenitore nel punto di emissione, p	20101300 Pa
Costante universale dei gas, R	8314 J/kmol K
Fattore di comprimibilità dei gas, Z	1
Temperatura della sostanza pericolosa, T	288,15 K
Portata di emissione principale, W_g	0,000506 kg/s
Portata di emissione residua, W_{gr}	0,000506 kg/s

Caratteristica della Sorgente di emissione	
Sostanza infiammabile	Idrogeno
Stato fisico della sostanza	Aeriforme (gas o vapore)
Peso molecolare, M	2,02 kg/kmol
Limite inferiore di infiammabilità, LFL	4 % vol. (0,04 vol./vol.)
Temperatura di autoaccensione, T_{acc}	500 °C
Densità relativa all'aria del gas o vapore	0,07
Emissioni strutturali (grado continuo)	- kg/s
Sorgente di emissione SE	emissione secondo grado monte riduttore
Grado di emissione	Secondo
Fattore di sicurezza k applicato al LFL	1
Caratteristica della emissione principale, Q_c	0,158 m³/s
Caratteristica della emissione residua, Q_c	0,158 m³/s

Effetto del rilascio		
Tipo di rilascio	Diffusive	
Concentrazione critica, $X_{crit.}$	0,01 vol./vol. uguale al 25 % del LFL	
Concentrazione di sostanza infiammabile, X_b .	0,56 vol./vol.	
Tempo di emissione, t_e	- s	
Confronto delle concentrazioni $X_b < X_{crit}$	Non essendo verificata, il grado della diluizione è Bassa e la Zona si estende a tutto il volume dell'Ambiente	
Grado di diluizione	Bassa	
Tipo di Zona	Zona 1	
Tipo di apparecchiatura:	2G Ex d, p, q, o, e, ib, m, s per Zona 1 - EPL Gb, IICT1	
Estensione della zona pericolosa, d_z - Jet	- m	$\alpha = k_a \cdot k_z \cdot d_z = - m$
Estensione della zona pericolosa, d_z - Diffusive	1,7 m	$\alpha = k_a \cdot k_z \cdot d_z = m$
Estensione della zona pericolosa, d_z - Heavy gas	- m	$\alpha = k_a \cdot k_z \cdot d_z = - m$

$$Q_c = \frac{W_g}{\rho_g \cdot LFL \cdot k}$$

Stima estensione della zona pericolosa d_z [m] – attraverso il grafico D.1 della norma CEI EN IEC 60079-10-1

L'estensione della zona pericolosa dipende dalla portata di emissione diversi altri fattori come le proprietà chimico fisiche delle sostanze pericolose, la geometria del punto di emissione e la geometria dell'ambiente circostante. Per definire la estensione della Zona pericolosa d_z è stata utilizzato il grafico D.1 (Figura D.1 - Grafico per la stima pericolose distanze zona) della Norma CEI EN IEC 60079-10-1 (CEI 31-87). Altre forme di calcolo o di valutazione possono essere eseguite sulla base di fonti attendibili, ad esempio, attraverso la fluidodinamica computazionale (CFD).

I Grafici della D.1 sono basati su una concentrazione iniziale pari a zero e non sono applicabili a situazioni interne di bassa diluizione.

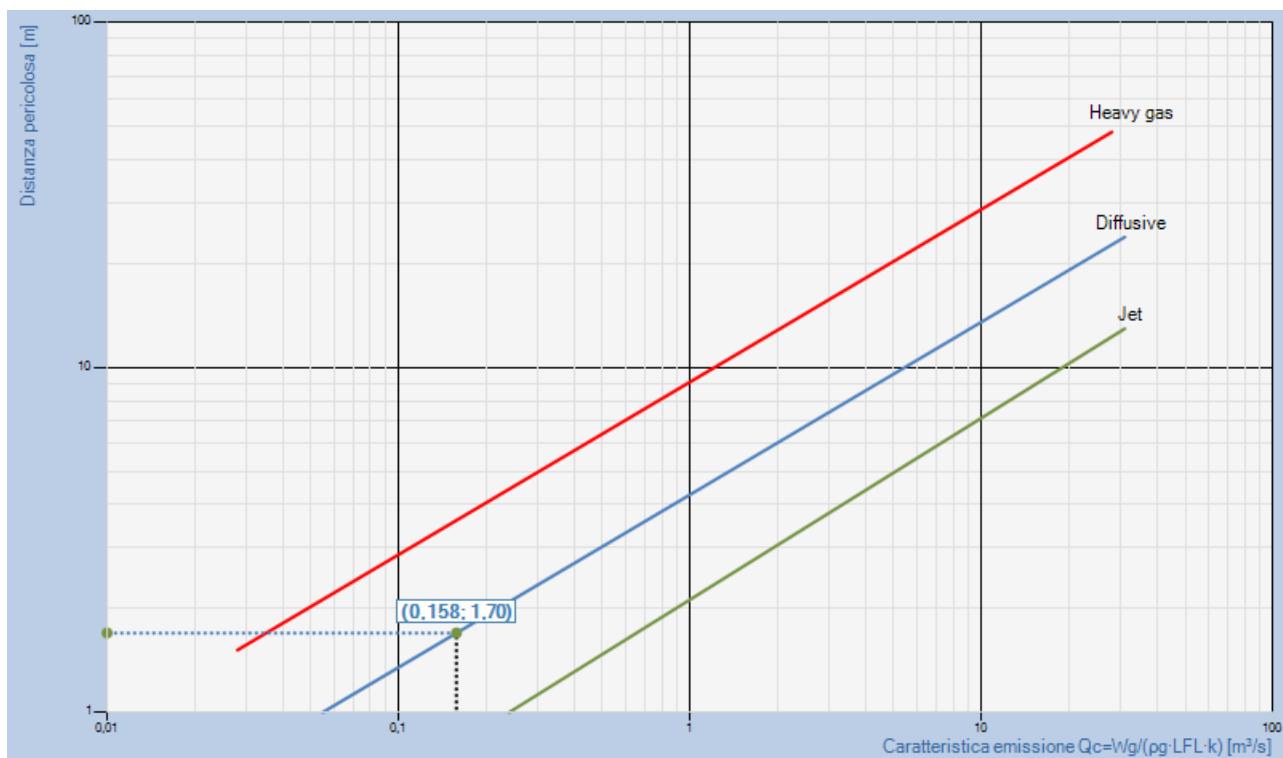


Figura D.1 – Diagramma per la stima delle distanze pericolose

La figura D.1 della CEI EN IEC 60079-10-1 limita *inferiormente* e *superiormente* l'estensione della Zona pericolosa, inferiormente:

- 1) Jet $d_z \geq 1$ m;
- 2) Diffusive $d_z \geq 1$ m;
- 3) Heavy gas $d_z \geq 1,5$ m.

È responsabilità del classificatore assumere un valore diverso da quelli minimi sopra riportati¹⁴.

¹⁴ L'estrapolazione delle curve oltre l'area del grafico mostrata nella **Figura D.1** non dovrebbe essere intrapresa a causa di altri fattori che influenzeranno la valutazione oltre i limiti indicati.

Stima estensione della zona pericolosa d_z [m] attraverso la equazione di R. Tommasini¹⁵

Il diagramma della figura D.1 della pagina precedente (CEI EN IEC 60079-10-1) non trova applicazione in ambienti al chiuso con diluizione **Media** o **Bassa**, AraGasPlus calcola la distanza pericolosa attraverso la seguente equazione:

$$d_z = 50 \cdot \frac{M^{-0,65}}{LFL_v} \left(\frac{W_g}{\varphi \cdot C_d} \right)^{0,5} \cdot \left[\gamma \cdot \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)^\beta \right]^{-0,25} \cdot T^{0,25} = [\text{m}]$$

Se la emissione è sonica:

$$\varphi = 1$$

Se la emissione è sub-sonica

$$\beta = \frac{\gamma + 1}{\gamma - 1}$$

$$\varphi = \left(\frac{p_0}{p} \right)^{\frac{1}{\gamma}} \cdot \left[1 - \left(\frac{p_0}{p} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right]^{0,5} \cdot \left[\left(\frac{2}{\gamma-1} \right) \cdot \left(\frac{\gamma+1}{2} \right)^\beta \right]^{0,5}$$

La equazione è stata applicata per gli scenari non previsti dalla Norma CEI EN IEC 60079-10-1. Per lo scenario rappresentato la equazione sopra riportata Non è applicabile.

¹⁵ Riccardo Tommasini: f.GB.5.1-5a, ex Guida CEI 31-35:2012

EFFICACIA DELLA VENTILAZIONE							
Grado di emissione	Alta diluizione			Media diluizione			Bassa diluizione
	DISPONIBILITÀ DELLA VENTILAZIONE						
	Buona	Adeguate	Scarsa	Buona	Adeguate	Scarsa	Buona, adeguata o scarsa
Continuo	Non pericolosa (Zona 0 NE)	Zona 2 (Zona 0 NE)	Zona 1 (Zona 0 NE)	Zona 0	Zona 0 + Zona 2	Zona 0 + Zona 1	Zona 0
Primo	Non pericolosa (Zona 1 NE)	Zona 2 (Zona 1 NE)	Zona 2 (Zona 1 NE)	Zona 1	Zona 1 + Zona 2	Zona 1 + Zona 2	Zona 1 o Zona 0
Secondo	Non pericolosa (Zona 2 NE)	Non pericolosa (Zona 2 NE)	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 1 o Zona 0

Tabella D.1 – Zone in relazione al grado di emissione e all'efficacia della ventilazione

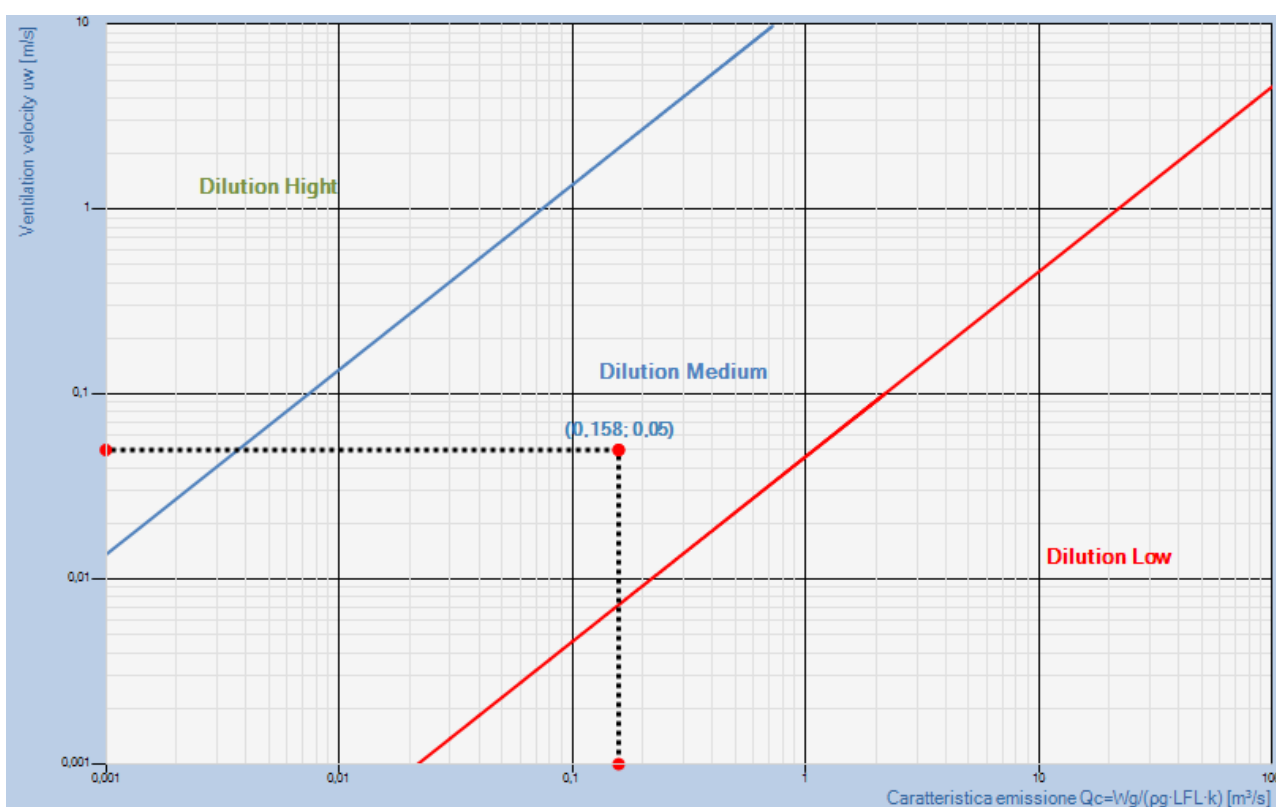


Figura C.1 – Grafico per la valutazione del grado di diluizione

Diluizione della sorgente di emissione - portata minima volumetrica di ventilazione Q_{amin}

La portata minima volumetrica teorica di aria fresca atta a diluire un dato rilascio di sostanza infiammabile per una concentrazione inferiore al limite inferiore di infiammabilità Q_{amin} può essere calcolata mediante l'equazione:

$$Q_{amin} = \frac{Q_g}{LFL_v} \cdot \frac{T_a}{293} = 0,177 \text{ m}^3/\text{s} - [\text{J.1} - \text{CEI EN IEC 60079-10-1}]$$

Dove:

$$LFL_m = \frac{LFL_v}{100} \rho_g = 0,003 \text{ kg/m}^3$$

Tempo necessario per diluire una emissione di sostanza infiammabile

Per le emissioni di primo e di secondo grado il tempo t_d di persistenza al cessare dell'emissione, cioè il tempo per far scendere la concentrazione media di sostanza infiammabile nell'atmosfera ambiente da un valore iniziale X_b a X_{crit} , dopo l'arresto dell'emissione è calcolato con la formula seguente:

$$t_d = \frac{f_a}{C} \cdot \ln \left(\frac{X_b}{X_{crit}} \right) = 7.213,89 \text{ s} - [\text{J.2} - \text{CEI EN IEC 60079-10-1}]$$

dove

f_a = è il fattore di efficacia dell'ambiente;

C = è il numero di ricambi d'aria per unità di tempo del volume specifico;

X_b = è la concentrazione di sostanza infiammabile nell'ambiente (vol./vol.);

X_{crit} = è il valore critico/desiderato della concentrazione della sostanza infiammabile (vol./vol.).

Coefficiente k_z

Il k_z è il coefficiente correttivo da applicare alla distanza d_z per tener conto della concentrazione di gas o vapore infiammabile nell'ambiente (campo lontano).

$$k_z = e^{\frac{k_1 \cdot X_b}{M \cdot LFL_v}} = 1,61 \text{E}+39 [\text{Guida CEI 31-35 3.26}]$$

k_1 = 13 per le sostanze con massa molare $M < 5$;

k_1 = 82 per gli altri gas o vapori.

Per gli ambienti aperti $k_z=1$.

Coefficiente di sicurezza k_a

k_a = 1,20

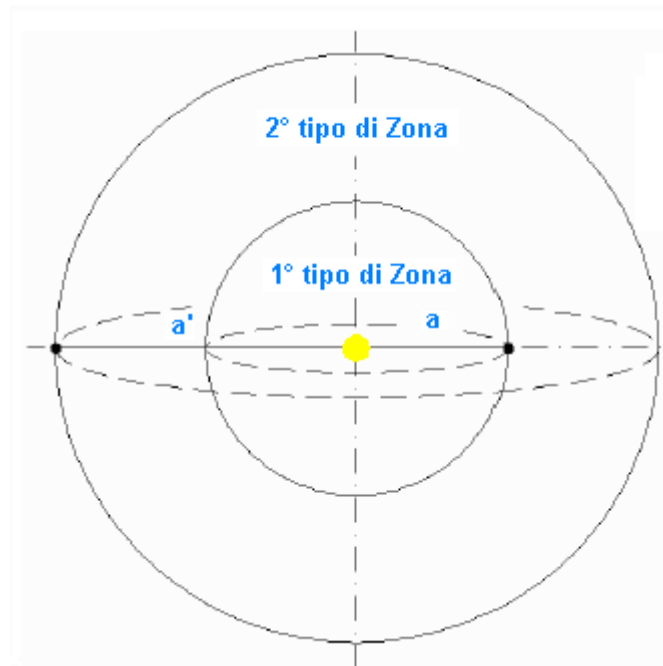


Figura rappresentativa della Zona classificata: -

Numero di Froude (non applicabile)

$$F_r = \frac{\rho_0}{|\rho_a - \rho_0|} \cdot \frac{u_0^2}{g \cdot d} =$$

F_r è il numero di Froude (densimetrico);

ρ_0 è la densità del gas in uscita dalla sorgente di emissione [kg/m³];

ρ_a è la densità dell'aria [kg/m³];

u_0 è la velocità del gas in uscita dalla sorgente di emissione [m/s];

d è il diametro della sorgente di emissione [m];

g è l'accelerazione di gravità 9,81 [m/s²].

La zona a getto possiederà un'ampiezza non inferiore alla seguente:

$$J = 0,5 \cdot d \cdot \sqrt{F_r} \cdot \left(\frac{\rho_0}{\rho_a} \right)^{\frac{1}{4}} = [\text{m}]$$

J [m] è l'ampiezza della zona a getto.

L'ampiezza della zona a getto J è della distanza d_{zJet} necessario considerare l'estensione della zona pericolosa dovuta alla dispersione per diffusione $d_{zDiffusive}$.

ANALISI DEL RISCHIO ESPLOSIONE

Area	A01 - deposito bombole		
Presenza Lavoratori	Assenti	Raggio di danno potenziale R [m]	-
Sostanza Pericolosa	Idrogeno	Indice di esplosione dei gas K _G [bar·m/s]	440
Sorgente di Emissione	SE 01: emissione interna locale a P 200 Bar		
Ostruzione/Confinamento	Completamente Confinata		
PRIMO TIPO DI ZONA			
Zona	Zona 1		
d _{za} [m]	1,7		
a [m] = k _a ·k _z ·d _{za}	Zona 1 estesa all'intero volume del locale		
b [m]	-		
c [m]	-		
Apparecchiatura	2G Ex d, p, q, o, e, ib, m, s per Zona 1 - EPL Gb, IICT1		

Il grado della diluizione è Bassa, la Zona si estende per l'intero volume dell'ambiente considerato vedi IEC 60079-10-1 C.3.6.1.

FATTORI DEL RISCHIO ESPLOSIONE PER: PRIMO TIPO DI ZONA	0	1	2	3	4	5	6
Probabilità di presenza di atmosfera esplosiva (fattore di pericolo P)			X				
Presenza di innesco efficace (fattore di contatto C)	X						
Valutazione degli effetti dell'esplosione (fattore di danno D)					X		
Rischio $R = P \cdot C \cdot D$	R0						
Rischio Parziale R'	R6						
Rischio Totale $= R + R'$	R6						

VALUTAZIONE DEL RISCHIO ESPLOSIONE PER IL SECONDO TIPO DI ZONA				
Indice di Rischio	Trascurabile	Basso	Medio	Alto
		X		

5.2. EMISSIONE DI AGENTI CHIMICI INFIAMMABILI NEI LABORATORI (A02) – SE02

La guida CEI 31-35 è l'unico riferimento che tratta in modo specifico i requisiti di sicurezza laboratori chimici. In questo caso, anche se abrogata viene utilizzata come utile riferimento normativo in quanto non in contrasto con le CEI EN 60079-10-1.

Quasi tutte le aree laboratorio al piano primo della struttura sono provviste di linee gas alimentate da bombole collocate al piano seminterrato.

Gli ambienti interessati da queste attività sono contrassegnati in planimetria con dei cerchi colorati, sono tutti ambienti interni.

All'interno dei laboratori sono presenti cappe aspirate sempre in funzione durante le normali attività lavorative, mentre sono spente in orario notturno.

Gran parte degli strumenti di analisi, come gascromatografi, fanno utilizzo di idrogeno che è servito dalla rete ad una pressione di 4-5 bar e di becchi bunsen che utilizzano GPL o propano (il gas naturale non è presente).

I laboratori non sono dotati di aperture permanenti di aria.

Questi ambienti sono trattati dalla abrogata (ma ancora un valido riferimento) linea GUIDA CEI 31-35A in maniera diversa rispetto alle classiche emissioni. *"I laboratori chimici che impiegano sostanze infiammabili o combustibili in "piccole"¹⁶ quantità nei quali sono soddisfatte specifiche condizioni non sono da considerare luoghi con pericolo di esplosione"*.

Il mancato soddisfacimento delle condizioni comporta la necessità della classificazione secondo la Norma CEI EN 60079-10-1.

Per questa valutazione, si assume che:

- ✓ gli impianti sono realizzati e sorvegliati secondo le vigenti disposizioni di legge e le norme tecniche applicabili;¹⁷
- ✓ le attività sono svolte da personale adeguatamente formato e informato in particolare sul rischio di atmosfera esplosiva, sulle sorgenti di accensione e sui mezzi di prevenzione e protezione necessari e disponibili;
- ✓ le sostanze infiammabili o combustibili sono contenute in recipienti normalmente chiusi con capacità massima di 5 litri;
- ✓ le sorgenti di accensione possono essere costituite da apparecchi ed impianti elettrici, da fiamme libere (becchi bunsen), superfici calde (fornelli, stufette, ecc.), ecc.

Sono compresi laboratori farmaceutici, di ospedali, di ricerca e sviluppo di sintesi e preparazioni, analisi chimica per controllo di processo o di produzione, analisi chimica in tracce, didattica a vari livelli, biologici in cui si usano prodotti chimici, ecc., sempre con la presenza delle sopra citate sostanze.

Sono compresi inoltre i laboratori di analisi di polveri combustibili; tuttavia, i requisiti sono quelli che trovano applicazione per le polveri, in particolare la pulizia e la rapida asportazione di polvere eventualmente fuoriuscita.

¹⁶ La Norma CEI EN 60079-10-1, par. 5.2, e la Guida per l'attuazione della Direttiva 1999/92/EC indicano che nei laboratori, sebbene comunque esista il pericolo di esplosione, potrebbero non potersi formare atmosfere esplosive proprio a causa della manipolazione di quantità ridotte di sostanze infiammabili.

¹⁷ Per sorveglianza si intende l'insieme delle operazioni di conduzione, manutenzione e verifiche di integrità, secondo applicabilità.

5.2.1. Sezione 1: Provvedimenti riferiti agli impianti e ai locali

	Quesiti		Note
la distribuzione dei gas tecnici:			
1	avviene mediante apparecchi di autoproduzione e/o tubazioni fisse da depositi esterni e/o reti, con il minimo numero di giunzioni e connessioni possibili, del tipo indicato in 5.7.1.2 della Guida) (Punti e parti di impianto non considerati sorgenti di emissione);	✓	
2	è regolata mediante limitatori di flusso e dispositivi di chiusura rapida posti sulle tubazioni di adduzione a monte del laboratorio;	✓	
3	terminale è realizzata mediante tubi capillari per le apparecchiature di analisi;	✓	
4	i metodi e i sistemi di campionamento devono essere tali da limitare allo stretto necessario la quantità di campione prelevato;	✓	
i sistemi di ventilazione o di climatizzazione:			
5	devono garantire adeguati ricambi d'aria (ad esempio 5 ricambi/ora), calcolati senza il contributo offerto dall'eventuale presenza di cappe aspiranti; in presenza di emissioni in ambiente, non devono prevedere il ricircolo dell'aria;	✗	Non presenti sistemi di climatizzazione o ventilazione meccanica per il ricambio dell'aria.
6	in presenza di emissioni in ambiente, non devono prevedere il ricircolo dell'aria;	✓	Le emissioni in ambiente possono essere evitate quando tutte le operazioni avvengono sotto cappa e, in presenza di strumenti quali gascromatografi, cromatografi liquidi ad alta pressione HPLC e relativi contenitori erogatori di solventi (metanolo, acetonitrile, ecc.), spettrometri, ecc. impiegando sistemi di aspirazione localizzata o eventualmente sigillando i pescanti con tappi teflonati.
7	devono essere realizzati con condotte di materiale incombustibile;	✓	Realizzazione in acciaio o rame
8	devono essere realizzati considerando la mancanza della ventilazione generale e delle cappe;	✓	L'operatore è sempre presente durante le attività lavorative, in caso di malfunzionamento dell'aspirazione blocca l'erogazione del gas o degli agenti infiammabili.
9	ogni laboratorio deve prevedere un interruttore elettrico generale con comando all'esterno dei locali, in posizione facilmente raggiungibile e segnalata;	✓	
12	deve essere valutata la necessità di installare un sistema di controllo di esplosibilità dell'atmosfera, in considerazione delle caratteristiche delle sostanze presenti, delle attività svolte, della possibilità che apparecchiature che	✓	Tutti i laboratori sono dotati di sistemi di rivelazione gas (infiammabili), di norma la rivelazione è interbloccata con valvole di sicurezza esterne e in caso di fuga sono prodotti allarmi acustici.

	contengono fluidi infiammabili e/o linee di adduzione di gas infiammabili possono funzionare senza presidio, ecc.		
--	---	--	--

5.2.2. Sezione 2: Provvedimenti riferiti alle attrezzature

Con riferimento alle sostanze infiammabili e combustibili:

	Quesiti		Note
i contenitori devono essere:			
1	adeguatamente etichettati;	✓	
2	chiusi a regola d'arte o comunque in modo efficace allo scopo, con emissioni trascurabili e impiegare, preferibilmente, chiusura di sicurezza (tappo in un unico pezzo senza guarnizione separata);	✓	
3	in materiale idoneo e costruiti a regola d'arte nel rispetto di eventuali norme di costruzione e prova;	✓	
4	depositati e movimentati in modalità tali da considerare ragionevolmente non prevedibili cadute che possano provocare l'apertura del coperchio o il danneggiamento con fuoriuscita significativa della sostanza contenuta;	✓	
gli armadi per il deposito devono essere:			
5	costruiti in materiale non combustibile;	✓	
6	impiegati secondo le indicazioni del costruttore, specialmente per le dimensioni dei contenitori e le quantità massime consentite;	✓	
7	dotati di ripiani con bordo rialzato atti a contenere piccoli rilasci di sostanze liquide;	✓	
8	forniti di indicazione della portata massima in ogni ripiano;	✓	
9	preferibilmente dotati di ventilazione forzata con prelievo dell'aria direttamente dall'esterno in modo da rendere il lavaggio indipendente dall'impianto di ventilazione generale e con scarichi di espulsione d'aria posizionati lontano da finestre o punti di prelievo dell'aria;	✓	
10	adeguati alle sostanze depositate tra loro compatibili;	✓	
11	posizionati lontano da corridoi, da aree di lavoro e da uscite di sicurezza e no;	✓	
i banchi devono essere costruiti:			
12	in materiale impermeabile e non combustibile;	✓	
13	con bordo rialzato per contenere eventuali versamenti accidentali;	✓	
12	i "bunsen" devono essere di sicurezza, dotati in particolare di dispositivi di interruzione dell'erogazione del gas in caso di spegnimento della fiamma;	✓	
13	apparecchi riscaldanti elettrici, quali fornelli, stufette, ecc., devono essere muniti di un dispositivo di sicurezza per evitare il surriscaldamento in caso di guasto del termostato di regolazione;	✓	
14	"bunsen", fornelli, stufette, ecc. devono essere utilizzati solo sotto cappa; diversamente, se è inevitabile l'uso fuori cappa, devono essere impiegati sistemi di controllo di esplosibilità	✓	

	dell'atmosfera con allarme e blocco automatico dell'alimentazione		
15	l'illuminazione sotto cappa deve essere realizzata mediante apparecchi di illuminazione appositamente predisposti dal costruttore della cappa o dall'esterno della cappa stessa;	✓	
16	le linee di alimentazione delle apparecchiature sotto cappa devono potersi intercettare anche dall'esterno delle cappe stesse;	✓	Norma UNI EN 14175-2:2004 "Cappe di aspirazione - Parte 2: Requisiti di sicurezza e di prestazione".
17	il corretto funzionamento del sistema di aspirazione dalle cappe (adeguata portata di aspirazione, assenza di anomalie o occlusioni, ecc.) deve essere verificato mediante idoneo dispositivo;	✓	periodicamente sono condotte delle prove efficienza delle cappe compresa la misura delle portate
18	tubazioni e rubinetterie devono essere rese riconoscibili e facilmente identificabili in base alla sostanza trasportata (colorazione, targhette, etichette adesive, ecc.).	✓	Norme UNI 5634:1997 "Sistemi di identificazione delle tubazioni e canalizzazioni convoglianti fluidi" Verificare attuabilità di questa misura.

5.2.3. Sezione 3: Provvedimenti riferiti alle misure organizzative e comportamentali

	È necessario:		Note
1	adottare procedure operative, in particolare per l'uso di fiamme libere o analoghe fonti di calore (bunsen, fornelli, stufette, ecc.);	✓	
2	effettuare il controllo continuo, anche generico, delle reazioni in corso, degli apparecchi e delle attrezzature nel rispetto delle istruzioni per l'uso del costruttore e delle norme di sicurezza;	✓	
3	adottare procedure operative per la movimentazione delle sostanze infiammabili e combustibili.	✓	
4	limitare i quantitativi di sostanze infiammabili e combustibili allo stretto necessario per le attività previste, lasciando i quantitativi eccedenti e le scorte negli appositi magazzini, reagentari e armadi;	✓	
5	manipolare le sostanze infiammabili e combustibili sotto cappa e lontano da sorgenti di accensione quali archi, scintille, superfici calde, ecc.;	✓	
6	applicare le istruzioni per l'uso delle cappe, particolarmente per quanto riguarda il saliscendi;	✓	
7	verificare periodicamente e sistematicamente l'integrità delle tubazioni rigide e flessibili di adduzione di sostanze infiammabili e la tenuta dei fissaggi;	✓	
8	vietare l'introduzione e la conservazione di sostanze infiammabili e combustibili in frigoriferi di tipo normale/domestico;	✓	
9	attuare ogni ordinaria cautela per evitare rilasci di liquidi infiammabili che devono essere rapidamente neutralizzati facendo uso di adeguato materiale assorbente (es. sabbia, sostanze inertizzanti), costantemente presente e facilmente disponibile, allo scopo di ridurre il tempo di permanenza degli eventuali spandimenti	✓	
10	disporre dei mezzi di prevenzione e protezione (indumenti, DPI, materiali assorbenti, estintori, ecc.) ubicati in posizione protetta segnalata e facilmente accessibile anche in caso di emergenza.	✓	
11	tenere pulite le superfici e le piastre di riscaldamento da eventuali residui di campione, solventi, ecc.;	✓	

6. CONCLUSIONI

L'indagine volta alla classificazione degli ambienti e quindi alla rispondenza delle caratteristiche impiantistiche delle apparecchiature presenti ha condotto alle seguenti conclusioni.

Presso gli ambienti destinati a laboratori, se rispettati i punti indicati dalla guida CEI 31-35 non sussistono rischi di esplosione o comunque le misure attuate impiantistiche e gestionali permettono di contenere tale rischio.

Per quanto concerne il locale deposito bombole, anche considerando la ventilazione frontale dall'unica porta di accesso non è possibile restituire una zona NP oppure di estensione trascurabile. Pertanto, tutti gli impianti lettrici presenti dovranno avere le caratteristiche indicate in tabella.

AMBIENTE	DESCRIZIONE SORGENTI DI EMISSIONI INDIVIDUATE	SORGENTE DI EMISSIONE	TIPO DI ZONA ED ESTENSIONE	APPARECCHIATURA AMMESSA
Locale interno deposito bombole (A01)	Locale interno destinato a deposito e distribuzione gas	SE01	Zona 1 estesa a tutto ambiente	2G Ex d, p, q, o, e, ib, m, s per Zona 1 - EPL Gb, IICT1
Piano primo laboratori (A02)	Emissione di liquidi infiammabili, gas tecnici infiammabili	SE02	Zona NP	Ordinario

DOCUMENTO DI PROTEZIONE CONTRO LE ESPLOSIONI

(art. 294 del D.Lgs. 81/2008 modificato dal D.Lgs. 106/2009)

<u>EDIZ. N.R</u>	0
<u>REV. N.RO</u>	1
<u>DATA</u>	11/03/2024
<u>SEDE OGGETTO ANALISI</u>	ATS INSUBRIA Via O. Rossi, 9 21100 Varese (VA)
<u>IL TECNICO:</u>	Dr. Chimico Alessandro Franciosi Iscrizione Ordine Interprovinciale dei Chimici e Fisici della Lombardia n. A3536 Iscrizione Elenchi del Ministero dell'Interno di cui all'art. 16 comma 4 del D.Lgs. 139/06 n. MI03536C00069

Indice delle revisioni

EDIZ. N.ro	REV. N.ro	DATA	DESCRIZIONE DELLE MODIFICHE
0	1	11/03/2024	Revisione
0	0	28/02/2024	Prima edizione documento di protezione contro le esplosioni

Sommario

1.	PREMESSA.....	4
2.	RIFERIMENTI LEGISLATIVI	5
3.	VALUTAZIONE DEL RISCHIO	7
3.1.	DETERMINAZIONE DELLA PRESENZA DI SORGENTI DI ACCENSIONE EFFICACI	7
3.2.	CRITERIO UTILIZZATO NELLA VALUTAZIONE PER LIQUIDI, GAS E VAPORI.....	12
3.3.	CRITERIO UTILIZZATO NELLA VALUTAZIONE DI POLVERI COMBUSTIBILI	17
3.4.	INDICAZIONE DEI LUOGHI CLASSIFICATI	28
4.	VALUTAZIONE DEL RISCHIO ESPLOSIONE	31
4.1.	RIEPILOGO CLASSIFICAZIONE DI RIFERIMENTO E VALUTAZIONE DEL RISCHIO	31
5.	CONCLUSIONI:.....	33
5.1.	PIANO DEGLI INTERVENTI	33
6.	PROCEDURE E BUONE PRASSI (FACT SHEET)	34
6.1.	PROCEDURA CONTRO SVERSAMENTI ACCIDENTALI	34

1. PREMESSA

In base agli artt. 17 e 29 del D. Lgs. 81/08 e s.m.i., il presente documento viene predisposto dal datore di lavoro, in collaborazione con il responsabile del servizio di prevenzione e protezione ed il medico competente, dopo aver consultato il rappresentante dei lavoratori per la sicurezza.

Il documento è custodito, conformemente a quanto prescritto dall'art. 29, comma 4 del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. presso Sede ATS insubria, Via O. Rossi, 9 21100 Varese (VA)

Varese (VA), ____/____/____

Firme

IL DATORE DI LAVORO	
IL RSPP	
IL MEDICO COMPETENTE	
IL RLS	

2. RIFERIMENTI LEGISLATIVI

La valutazione del Rischio di Esplosione dovuto a gas, liquidi infiammabili e polveri combustibili costituisce il Titolo XI del Testo Unico per la sicurezza nei luoghi di lavoro, D.Lgs. 81/08.

Capo I, Disposizioni generali

Articolo 287 - Campo di applicazione:

Il titolo XI prescrive le misure da adottare nei luoghi di lavoro in cui si presentino potenziali rischi dovuti alla presenza di atmosfere esplosive dovute alla miscela con l'aria di gas, vapori di liquidi infiammabili, nebbie, polveri combustibili, **a condizioni atmosferiche**.

L'ultima precisazione significa che non rientrano nel campo di valutazione le miscele esplosive che possono determinarsi a pressioni e temperature superiori alle normali ambientali, in quanto questi rischi devono essere valutati con metodologie appropriate.

Per esempio, non ci occuperemo del rischio di esplosione all'interno di una caldaia perché esso è oggetto di altre normative specifiche, ma ci occuperemo del rischio dovuto ai possibili guasti di elementi di tenuta nelle tubazioni che alimentano la stessa caldaia, in quanto formano con l'aria "in condizioni atmosferiche" una miscela potenzialmente esplosiva.

Capo II, Obblighi del Datore di Lavoro

Articolo 289 - Prevenzione e Protezione contro le Esplosioni:

Il Datore di Lavoro esegue la Valutazione dei Rischi prevista dall'articolo 15, poi sulla base di questa adotta le misure tecniche e organizzative adeguate alla natura dell'attività; in particolare il Datore di Lavoro previene la formazione di atmosfere esplosive, ma se l'attività non lo consente, deve:

- ✓ evitare l'accensione delle atmosfere esplosive;
- ✓ attenuare gli effetti pregiudizievoli dell'esplosione in modo da garantire la salute e la sicurezza dei lavoratori.

Articolo 291 – Obblighi generali:

Il Datore di Lavoro prende i provvedimenti necessari affinché:

- ✓ dove possono svilupparsi atmosfere esplosive pericolose, gli ambienti siano strutturati in modo da poter svolgere il lavoro in sicurezza
- ✓ utilizza mezzi tecnici adeguati per preservare salute e sicurezza dei lavoratori

Articolo 292 – Coordinamento:

Qualora nelle zone in cui possano formarsi atmosfere esplosive, operino lavoratori di ditte esterne, il Datore di Lavoro coordina le squadre in modo che siano evitati i rischi di incidente.

Articolo 293 – Classificazione delle aree:

Il Datore di Lavoro classifica le aree in cui possono formarsi atmosfere esplosive, suddividendole in zone secondo l'allegato XLIX.

Se necessario le zone classificate devono essere segnalate nei punti di accesso.

La classificazione delle zone è l'oggetto della prima parte del presente documento.

Articolo 294 – Documento sulla Protezione contro le Esplosioni:

Nell'assolvere gli obblighi stabiliti dall'articolo 290, il Datore di Lavoro provvede ad elaborare e a tenere aggiornato un documento denominato "documento di protezione contro le esplosioni", il quale deve precisare in particolare che:

- ✓ I rischi di esplosione sono stati individuati e valutati;
- ✓ Saranno (o sono) prese misure adeguate per raggiungere gli obiettivi di questo titolo;
- ✓ Quali sono i luoghi in cui si applicano le prescrizioni minime di cui all'allegato L;
- ✓ Quali sono le zone classificate secondo l'allegato XLIX;
- ✓ I luoghi e le attrezzature di lavoro, compresi i dispositivi di allarme, sono concepiti, mantenuti ed impiegati secondo criteri di sicurezza; Ai sensi del Titolo III, sono adottati gli accorgimenti per l'impiego sicuro delle attrezzature di lavoro.

Per la valutazione delle atmosfere esplosive Il Titolo XI D.Lgs.81/08 "Protezione da atmosfere esplosive" assieme agli Allegati, L e LI ha fondamentalmente l'obiettivo di regolamentare un aspetto molto particolare del rischio chimico per la sicurezza dei lavoratori. Tale Normativa riguarda non solo l'operatività dei lavoratori, ma in particolare la progettazione del luogo di lavoro e la corretta realizzazione dell'impiantistica connessa ai processi di produzione.

Il Titolo XI D.Lgs.81/08 è pertanto una Normativa che prescrive non solo dei comportamenti, che peraltro sono obbligatori in Italia fino dal 1955 (D.P.R. 547/55), ma soprattutto la costruzione o l'adeguamento di ambienti di lavoro che devono essere in grado di tenere sempre sotto controllo, il rischio da atmosfere esplosive, mediante l'adozione di macchine e di impianti sicuri, scelti sulla base di una corretta valutazione del rischio. ⁴

Tale Normativa definendo con precisione cosa si intende per atmosfera esplosiva, prescrive obblighi specifici per il datore di lavoro che deve:

- ✓ valutare i rischi di esplosione;
- ✓ adottare le misure tecniche ed organizzative per la prevenzione e la protezione contro le esplosioni;
- ✓ salvaguardare la sicurezza dei lavoratori sempre e comunque;
- ✓ costruire ambienti di lavoro sicuri;
- ✓ adottare impianti di produzione che non elevi il rischio di esplosione;
- ✓ coordinare l'attuazione delle misure di prevenzione e protezione in presenza di altre imprese che lavorano nello stesso luogo di lavoro;
- ✓ ripartire in zone le aree di lavoro in cui possono formarsi atmosfere esplosive;
- ✓ adottare le prescrizioni del documento sulla protezione dei lavoratori contro le esplosioni.

3. VALUTAZIONE DEL RISCHIO

3.1. DETERMINAZIONE DELLA PRESENZA DI SORGENTI DI ACCENSIONE EFFICACI

In questo ambito viene valutata la probabilità di esistenza di sorgenti di accensione efficaci, tenendo conto di quelle che possono essere introdotte, per esempio, da operazioni di manutenzione e/o pulizia.

L'idoneità di accensione della sorgente d'innescò deve essere confrontata con le caratteristiche di accensione della sostanza infiammabile¹

Ai fini della presente valutazione, qualora non possa essere valutata la probabilità di esistenza di una sorgente di accensione efficace, si deve supporre che la sorgente di accensione sia sempre presente.

L'efficacia delle sorgenti di accensione, ovvero la loro capacità di innescare atmosfere esplosive, dipende dall'energia delle fonti stesse e dalle proprietà delle atmosfere che vengono a crearsi. In condizioni diverse da quelle atmosferiche cambiano anche i parametri di infiammabilità delle atmosfere: ad esempio, l'energia minima di accensione delle miscele a elevato tenore di ossigeno si riduce di decine di volte.

La norma UNI EN 1127-1 individua 13 (tredici) diversi tipi di sorgenti di accensione che potrebbero essere efficaci²

a) Superfici calde

Se un'atmosfera esplosiva viene a contatto con una superficie riscaldata può manifestarsi l'accensione.

L'idoneità di una superficie calda di provocare l'accensione dipende dal tipo e dalla concentrazione della specifica sostanza in miscela con l'aria. Questa idoneità aumenta all'aumentare della temperatura e della superficie. Inoltre, la temperatura che determina l'accensione dipende dalla dimensione e dalla forma del corpo riscaldato, dal gradiente di concentrazione della miscela esplosiva in prossimità della superficie e, in una certa misura, anche dal materiale della superficie. Pertanto, un'atmosfera esplosiva di gas o vapore all'interno di spazi riscaldati piuttosto ampi può, per esempio, essere accesa da temperature superficiali minori di quelle misurate in conformità alla IEC 79-4 o per mezzo di altri metodi equivalenti. D'altra parte, in caso di corpi riscaldati con superfici convesse piuttosto che concave, è necessaria una temperatura superficiale maggiore per l'accensione; per le sfere e i tubi, la temperatura minima di accensione aumenta, per esempio, al diminuire del diametro. Quando un'atmosfera esplosiva lambisce superfici riscaldate, potrebbe essere necessaria una temperatura superficiale maggiore per l'accensione a causa del breve tempo di contatto.

Se l'atmosfera esplosiva rimane a contatto con la superficie calda per un periodo relativamente lungo, possono verificarsi reazioni preliminari, per esempio fiamme fredde, che determinano la formazione di prodotti di decomposizione più facilmente infiammabili, che favoriscono l'accensione delle atmosfere.

Oltre alle superfici calde facilmente riconoscibili quali radiatori, essiccatoi, tubi radianti e altri apparecchi, anche i processi meccanici e di lavorazione possono produrre temperature pericolose. Detti processi comprendono anche apparecchi, sistemi di protezione e componenti che convertono l'energia meccanica in calore, per esempio tutti i tipi di innesti a frizione e i freni a funzionamento meccanico (per esempio su veicoli e centrifughe). Inoltre, tutte le parti mobili con cuscinetti,

¹ In particolare, con: l'energia minima di accensione e la temperatura minima di accensione di un'atmosfera esplosiva

² Estratti dalla Norma UNI EN 1127-1

passaggi d'albero, premistoppa, ecc. possono diventare sorgenti di accensione se non sono sufficientemente lubrificati.

Negli alloggiamenti a tenuta di parti mobili, anche l'ingresso di corpi estranei o lo spostamento dell'asse può produrre attrito che, a sua volta, può produrre temperature di superficie elevate, in alcuni casi molto rapidamente.

Si deve inoltre considerare anche gli aumenti di temperatura dovuti a reazioni chimiche (per esempio con lubrificanti e solventi di pulizia).

b) Fiamme e gas caldi (incluse le particelle calde)

Le fiamme sono associate a reazioni di combustione a temperature maggiori di 1000 °C. I gas caldi si formano come prodotti di reazione e, nel caso di fiamme contenenti polveri e/o fuliggine, si producono anche particelle solide incandescenti. Le fiamme, i loro prodotti di reazione caldi o i gas molto caldi di altra origine possono accendere un'atmosfera esplosiva. Le fiamme, anche se molto piccole, sono tra le sorgenti di accensione più attive. Se un'atmosfera esplosiva è presente sia all'interno, sia all'esterno di un apparecchio, sistema di protezione o componente o in parti adiacenti dell'impianto e se in uno di questi punti si verifica un'accensione, la fiamma può diffondersi agli altri punti attraverso le aperture quali i condotti di ventilazione.

La prevenzione della propagazione della fiamma richiede misure di protezione appositamente progettate. Le scintille di saldatura che si producono durante la saldatura o il taglio sono di superficie molto ampia e pertanto sono tra le più efficaci sorgenti di accensione.

c) Scintille di origine meccanica

In seguito a processi di attrito, urto o abrasione quali la molatura, dai materiali solidi possono separarsi particelle che si riscaldano per effetto dell'energia utilizzata nel processo di separazione. Se queste particelle sono costituite da sostanze ossidabili, per esempio, ferro o acciaio, possono subire un processo di ossidazione, e pertanto raggiungere temperature ancora più elevate. Queste particelle (scintille) possono accendere gas e vapori combustibili e alcune miscele di polveri/aria (specialmente le miscele di polveri metalliche e aria). Nelle polveri depositate, le scintille possono causare fuoco senza fiamma che può rappresentare una sorgente di accensione per un'atmosfera esplosiva. Deve essere considerato l'ingresso di materiali estranei negli apparecchi, sistemi di protezione e componenti, per esempio pietre o pezzi di metallo, quale causa di scintillamento. L'attrito per sfregamento, anche tra materiali ferrosi simili e tra alcuni materiali ceramici, può generare punti caldi e scintille simili alle scintille di molatura. Ciò può causare l'accensione di atmosfere esplosive.

Gli urti che coinvolgono ruggine e metalli leggeri (per esempio alluminio e magnesio) e le loro leghe possono indurre una reazione alluminotermica che può causare l'accensione delle atmosfere esplosive.

Anche i metalli leggeri titanio e zirconio possono formare scintille di accensione se sottoposti ad urto o attrito contro qualsiasi materiale sufficientemente duro, anche in assenza di ruggine.

d) Materiale elettrico

Nel caso del materiale elettrico, si possono produrre scintille elettriche e superfici calde che agiscono quali sorgenti di accensione. Possono essere generate scintille elettriche, per esempio:

- ✓ quando si aprono e si chiudono circuiti elettrici;
- ✓ per connessioni allentate;
- ✓ a seguito di correnti vaganti.

Si sottolinea esplicitamente che una tensione estremamente bassa (per esempio minore di 50V) è progettata per la protezione personale contro la scossa elettrica e non è una misura destinata alla protezione contro l'esplosione. Comunque, le tensioni minori di 50V possono ancora produrre energia sufficiente per accendere un'atmosfera esplosiva.

e) Correnti elettriche vaganti, protezione contro la corrosione catodica

Le correnti vaganti possono attraversare i sistemi elettricamente conduttori o parti di detti sistemi,

- sotto forma di correnti di ritorno nei generatori di potenza, specialmente in prossimità delle ferrovie elettriche e dei grandi impianti di saldatura quando, per esempio, i componenti conduttori interrati del sistema elettrico quali le rotaie e le guaine dei cavi riducono la resistenza di detto circuito di ritorno;
- per effetto di un cortocircuito o di una dispersione a terra in seguito a guasti agli impianti elettrici;
- per induzione magnetica (per esempio vicino ad impianti elettrici con correnti o radiofrequenze elevate;
- in seguito a fulmini.

Se parti di un sistema in grado di condurre le correnti vaganti sono scollegate, collegate o ponticellate, anche in caso di lievi differenze di potenziale, può accendersi un'atmosfera esplosiva in seguito alla formazione di scintille elettriche e/o archi. Inoltre, può verificarsi un'accensione anche in seguito al riscaldamento di detti circuiti di corrente.

I suddetti rischi di accensione sono possibili anche quando si utilizza la protezione contro la corrosione catodica con corrente applicata. Tuttavia, se si utilizzano anodi sacrificali è improbabile che si presentino rischi di accensione dovuti a scintille elettriche, tranne in caso di anodi in alluminio o magnesio.

f) Elettricità statica

In certe condizioni possono verificarsi scariche di elettricità statica in grado di produrre l'accensione. La scarica di parti conduttrici isolate e cariche può facilmente produrre scintille di accensione.

Con parti cariche di materiali non conduttori, che comprendono la maggior parte delle materie plastiche e altri materiali, sono possibili scintillii e, in casi particolari, durante processi di separazione rapida (per esempio pellicole che si muovono su rulli, cinghie di trasmissione o per l'associazione di materiali conduttori e non conduttori) sono possibili anche scariche in grado di propagarsi. Si possono verificare anche scariche a cono da materiale fuso e scariche da nube.

Gli scintillii sono in grado di accendere quasi tutte le atmosfere esplosive di gas e vapore.

Tenuto conto delle attuali conoscenze, non si può escludere l'accensione di atmosfere esplosive polveri/aria con energia minima di accensione estremamente bassa per effetto di scintillii. Le scintille, di ogni tipo di origine elettrostatica sono in grado di accendere tutti i tipi di atmosfere esplosive, in relazione all'energia della loro scarica.

g) Fulmine

Se un fulmine colpisce un'atmosfera esplosiva, si verifica sempre un'accensione. Inoltre esiste anche la possibilità di accensione dovuta alla temperatura elevata raggiunta dai parafulmini. Dal punto in cui ha colpito il fulmine partono correnti importanti che possono produrre scintille in prossimità del punto di impatto.

Persino in assenza di fulmini, i temporali possono indurre alte tensioni in apparecchi, sistemi di protezione e componenti.

h) Onde elettromagnetiche a radiofrequenza (RF) da 10⁴ Hz a 3 x 10¹² Hz

Tutti i sistemi che generano e utilizzano energia elettrica a radiofrequenza (sistemi a radiofrequenza), per esempio radiotrasmettitori o generatori RF per uso medico o industriale per riscaldamento, essiccazione, tempra, saldatura, taglio, ecc. emettono onde elettromagnetiche. Tutte le parti conduttrici situate nel campo di radiazione si comportano come antenne riceventi. Se il campo è sufficientemente potente e se l'antenna ricevente è sufficientemente grande, queste parti conduttrici possono causare l'accensione nelle atmosfere esplosive. La potenza ricevuta in radiofrequenza può, per esempio, rendere incandescenti i fili sottili o generare scintille durante il contatto o l'interruzione di parti conduttrici. L'energia assorbita dall'antenna ricevente, che può produrre l'accensione, dipende principalmente dalla distanza tra il trasmettitore e l'antenna

ricevente nonché dalle dimensioni dell'antenna ricevente per ogni specifica lunghezza d'onda e potenza RF.

i) Onde elettromagnetiche da 3×10^{11} Hz a 3×10^{15} Hz

La radiazione in questo campo spettrale può, specialmente se concentrata, diventare una sorgente di accensione per effetto dell'assorbimento da parte di atmosfere esplosive o superfici solide.

I raggi solari, per esempio, possono innescare un'accensione per effetto di oggetti che causano la convergenza dei raggi (per esempio bottiglie che agiscono da lenti, superfici riflettenti che concentrano i raggi). In determinate condizioni, la radiazione di sorgenti luminose intense (continue o intermittenti) è assorbita così intensamente dalle particelle di polvere che dette particelle diventano sorgenti di accensione per atmosfere esplosive o depositi di polveri. Con le radiazioni laser (per esempio nelle comunicazioni, nei dispositivi di misura di distanza, nei sistemi di sorveglianza, negli apparecchi di misura del campo visivo), anche a grandi distanze, l'energia o la densità di potenza di un fascio anche non concentrato può essere talmente grande da rendere possibile l'accensione. Anche in questo caso, il processo di riscaldamento ha luogo principalmente quando il fascio laser colpisce una superficie di un corpo solido o quando è assorbito da particelle di polvere nell'atmosfera o da parti trasparenti sporche.

Si noti che qualsiasi apparecchio, sistema di protezione e componente in grado di generare radiazioni (per esempio lampade, archi elettrici, laser, ecc.) può di per sé essere una sorgente di accensione.

j) Radiazioni ionizzanti

Le radiazioni ionizzanti generate, per esempio, da tubi per raggi x e sostanze radioattive, possono accendere atmosfere esplosive (specialmente atmosfere esplosive con particelle di polvere) per effetto dell'assorbimento di energia. Inoltre, la sorgente radioattiva stessa può riscaldarsi per effetto dell'assorbimento interno di energia radiante al punto che la temperatura minima di accensione dell'atmosfera esplosiva circostante è superata. Le radiazioni ionizzanti possono causare la decomposizione chimica o altre reazioni che possono portare alla generazione di radicali altamente reattivi o composti chimici instabili. Ciò può causare l'accensione.

Nota: Questo tipo di radiazione può creare anche un'atmosfera esplosiva per decomposizione (per esempio una miscela di ossigeno e idrogeno per radiolisi dell'acqua).

k) Ultrasuoni

Quando si utilizzano onde ultrasoniche, una grande quantità dell'energia emessa dal trasduttore elettroacustico è assorbita da sostanze solide o liquide. Di conseguenza, la sostanza esposta agli ultrasuoni si riscalda al punto da poter indurre l'accensione in casi estremi.

l) Compressione adiabatica e onde d'urto

Nella compressione adiabatica o quasi adiabatica e nelle onde d'urto possono registrarsi temperature talmente elevate da poter accendere atmosfere esplosive (e depositi di polveri). L'aumento di temperatura dipende principalmente dal rapporto tra le pressioni, non dalla differenza di pressione.

Nota: Nelle linee in pressione dei compressori ad aria e nei recipienti collegati a dette linee, possono verificarsi esplosioni in seguito all'accensione per compressione delle nebbie di olio lubrificante.

Le onde d'urto si generano, per esempio, durante la fuoriuscita improvvisa di gas ad alta pressione nei condotti. In questo processo, le onde d'urto si propagano nelle zone a pressione minore di una velocità maggiore della velocità del suono. Quando sono rifratte o riflesse dalle curve dei tubi, da restringimenti, flange di raccordo, valvole chiuse ecc., possono registrarsi temperature molto elevate.

Nota: Gli apparecchi, sistemi di protezione e componenti che contengono gas altamente ossidanti, per esempio l'ossigeno puro o atmosfere di gas con una concentrazione di ossigeno elevata, possono diventare una sorgente di accensione attiva sotto l'azione della compressione adiabatica,

di onde d'urto o persino dello scorrimento puro, perché i lubrificanti, le guarnizioni e persino i materiali di costruzione possono incendiarsi. Se questo determina la distruzione di apparecchi, sistemi di protezione e componenti, parti di essi accendono un'atmosfera esplosiva circostante.

m) Reazioni esotermiche, inclusa l'autoaccensione delle polveri

Le reazioni esotermiche possono agire come una sorgente di accensione quando la velocità di generazione del calore supera la velocità della perdita di calore verso l'esterno. Molte reazioni chimiche sono esotermiche. Il fatto che una reazione possa raggiungere una temperatura elevata dipende, tra gli altri parametri, dal rapporto tra volume e superficie del sistema reattivo, dalla temperatura ambiente e dal tempo di permanenza. Queste temperature elevate possono indurre l'accensione di atmosfere esplosive nonché l'accensione di fuoco senza fiamme e/o di una combustione.

Queste reazioni comprendono quelle delle sostanze piroforiche con l'aria, dei metalli alcalini con l'acqua, l'autoaccensione delle polveri combustibili, l'autoriscaldamento dei mangimi indotto da processi biologici, la decomposizione dei perossidi organici o le reazioni di polimerizzazione.

I catalizzatori possono indurre anche reazioni che producono energia (per esempio atmosfere idrogeno/aria e platino).³

³ Nota: anche alcune reazioni chimiche (per esempio la pirolisi e i processi biologici) possono produrre la formazione di sostanze infiammabili che, a loro volta, possono formare un'atmosfera esplosiva con l'aria circostante.

Reazioni violente che causano l'accensione possono verificarsi in alcune associazioni di materiali di costruzione e prodotti chimici (per esempio rame con acetilene, metalli pesanti con perossido di idrogeno). Alcune associazioni di sostanze, specialmente se disperse finemente (per esempio alluminio/ruggine o zucchero/clorato) reagiscono violentemente se esposte ad urto o attrito.

3.2. CRITERIO UTILIZZATO NELLA VALUTAZIONE PER LIQUIDI, GAS E VAPORI

La valutazione dei rischi è definita dal Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 (c.d. Testo unico sulla sicurezza sul lavoro) come la *“valutazione globale e documentata di tutti i rischi per la salute e sicurezza dei lavoratori presenti nei luoghi di lavoro finalizzata a individuare le misure di prevenzione e protezione e ad elaborare il programma delle misure di miglioramento nel tempo dei livelli di salute e sicurezza”*. L'oggetto e le modalità per l'elaborazione del documento di valutazione dei rischi per la salute e sicurezza dei lavoratori è indicato negli articoli 28 e 29 del D.Lgs. 81/08.

In particolare, il D.Lgs. n° 81 del 2008 prescrive al Datore di Lavoro di:

- ☒ Effettuare la valutazione dei rischi di esplosione preliminarmente;
- ☒ riesaminare le misure tecniche di prevenzione, protezione e organizzative contro le esplosioni periodicamente e, in ogni caso, ogniqualvolta si verificano cambiamenti sostanziali;
- ☒ prendere, in base alle risultanze, tutte le misure di prevenzione e protezione, collettive ed individuali, necessarie a ridurre al minimo il rischio.

Il processo di valutazione del rischio di esplosione va effettuato caso per caso, non presentando una soluzione aprioristicamente valida. Infatti, l'art. 290 del D.Lgs. 81/08 *“Testo unico sulla sicurezza”* impone al datore di lavoro una valutazione che tenga conto almeno dei seguenti elementi:

- 1) Probabilità e durata di atmosfere esplosive;
- 2) Probabilità che le fonti di accensione, comprese le scariche elettrostatiche, siano presenti e divengano attive ed efficaci;
- 3) Caratteristiche dell'impianto, sostanze utilizzate, processi e possibili interazioni;
- 4) Entità degli effetti prevedibili.

Dunque, ai fini dell'analisi delle attività sotto l'aspetto del rischio di esplosione, la valutazione è stata svolta considerando la probabilità di accadimento dell'evento esplosivo (ovvero la sua frequenza) e le conseguenze dell'incidente prevedibile. Da questa premessa si evince che la valutazione del rischio, visto come funzione dello scenario ipotizzato, è stato un processo necessariamente articolato.

Per effettuare la valutazione del rischio di esplosione sono stati individuati i relativi pericoli. A tale scopo si è provveduto alla:

- a) Identificazione del pericolo;
- b) valutazione della probabilità che si determini un'atmosfera esplosiva e della quantità implicata;
- c) determinazione della presenza e della probabilità di sorgenti di accensione in grado di accendere l'eventuale atmosfera esplosiva;
- d) determinazione di possibili effetti di un'esplosione;
- e) valutazione del rischio;
- f) definizione della priorità di intervento delle azioni migliorative.

Di seguito è illustrata, la metodologia di valutazione del rischio non vincolante, semplice, applicabile a situazioni non complesse, riconducibile a procedimenti più o meno simili, adottati nella pratica e reperibili in letteratura⁴, in grado di fornire una visione del processo da effettuare e dei parametri considerati.

⁴ A. Cavaliere, P. Scardamaglia Guida all'applicazione delle direttive atex (Epc Editore); A. Cavaliere, P. Scardamaglia Antincendio Anno 58 Gennaio 2006: Rischio esplosione l'applicazione delle direttive Atex come eseguire la classificazione, valutare il rischio. Atmosphere Analysis Gas e Atmosphere Analysis Dust (Tecnisweb sas di Paolo Scardamaglia).

La metodologia è di tipo qualitativo e prevede la determinazione del rischio in funzione della probabilità di accadimento dell'esplosione e dell'eventuale danno procurato sia sotto il profilo della salute che della sicurezza dei lavoratori.

Infatti, l'entità del rischio **R** è definita come prodotto tra la probabilità **P** che si verifichi un determinato evento e la magnitudo del danno **D** che tale evento, una volta verificatosi, può determinare.

La valutazione del rischio è stata quindi condotta con metodo qualitativo o probabilistico. Essa avviene analizzando:

- ☒ la probabilità di esistenza del pericolo;
- ☒ la probabilità che il pericolo sia causa di danno;
- ☒ la gravità del danno.

I fattori indicati si legano tra loro e sono direttamente proporzionali al rischio secondo la seguente relazione:

$$R = P \cdot C \cdot D$$

in cui:

R → è il rischio;

P → è il fattore di pericolo, il quale rappresenta la probabilità di esistenza del pericolo;

C → è il fattore di contatto, cioè la probabilità che il pericolo *P* sia causa di un danno;

D → è il fattore di danno, rappresenta l'entità (dimensione, magnitudo) del danno.

Con riferimento alla suddetta relazione, possiamo definire la "**valutazione del rischio**" come: *il prodotto dei gradi dei tre fattori di rischio espressi singolarmente.*

Ciò significa che ad ogni fattore è assegnato un grado, un numero, che non rappresenta una misura ma un concetto. Siamo quindi fuori dal campo di pura applicazione matematica; quello che nel nostro caso interessa è il valore arbitrario del singolo fattore di rischio per poter intervenire in maniera operativa al fine di ridurre il rischio stesso. In pratica si ragiona per estremi e si associa al numero zero il concetto di assenza (es. assenza di pericolo), al numero uno il concetto di esistenza sporadica e così via fino al grado di dettaglio che si è deciso di adottare, ottenendo una scala come la seguente:

VALORE	DESCRIZIONE
3	Sempre o frequentemente.
2	Talvolta, ogni tanto
1	Raramente o quasi mai
0	Mai

Con i concetti appena espressi si analizzano prima i vari fattori di rischio per poi eseguire la stima del livello di rischio stesso.

FATTORE DI PERICOLO, **P**

Il fattore di pericolo **P** indica quanto è probabile l'esistenza di un pericolo in un luogo e rappresenta il tempo durante il quale il pericolo è disponibile a fare danno. Nel nostro caso il pericolo è costituito dalla probabilità e durata di presenza di atmosfera esplosiva e dalla sua quantità.

Al fattore di pericolo **P** si è associato dei gradi secondo la scala qualitativa ed anche numerica convenzionale di probabilità di presenza di pericolo, come indicato nella seguente tabella:

CLASSIFICAZIONE DEL FATTORE DI PERICOLO P

GRADO	DEFINIZIONE QUALITATIVA DEL FATTORE DI PERICOLO P
P3	<i>Il pericolo è presente sempre o frequentemente. Luogo in cui un'atmosfera esplosiva è presente continuamente, o per lunghi periodi o frequentemente (Zona 0).</i>
P2	<i>Il pericolo è presente talvolta, ogni tanto. Luogo in cui è probabile che un'atmosfera esplosiva si presenti occasionalmente durante il funzionamento normale (Zona 1).</i>
P1	<i>Il pericolo è presente raramente o quasi mai. 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 (Zona 2).</i>
P0	<i>Il pericolo non c'è mai. Luogo in cui è impossibile che si formi un'atmosfera esplosiva (Zona NE).</i>

FATTORE DI CONTATTO, C

Per passare dal pericolo al danno, occorre considerare il fattore di contatto **C**, associandogli un grado in relazione alla probabilità in cui esso è disponibile al "contatto" di un singolo individuo, un gruppo di individui, un determinato bene materiale o comparto ambientale con il pericolo, oppure all'elemento catalizzatore che trasforma indirettamente un evento pericoloso in un evento dannoso. Nel nostro caso il fattore di contatto è costituito dalla presenza e probabilità di sorgenti di accensione in grado di accendere l'eventuale atmosfera esplosiva.

Al fattore di contatto C della relazione del rischio è stata associata una scala convenzionale qualitativa e numerica di probabilità di innesco efficace, come indicato nella seguente tabella:

CLASSIFICAZIONE DEL FATTORE DI PERICOLO C

GRADO	DEFINIZIONE QUALITATIVA DEL FATTORE DI CONTATTO C
C3	<i>Contatto presente permanentemente o frequentemente nella zona (luogo) considerata. Le sorgenti di accensione sono efficaci e sempre presenti durante il normale funzionamento.</i>
C2	<i>Contatto presente talvolta ovvero ogni tanto nella zona (luogo) considerata. sorgenti di accensione efficaci, possono manifestarsi in circostanze rare e unicamente a seguito di disfunzioni.</i>
C1	<i>Contatto presente talvolta ovvero quasi mai nella zona (luogo) considerata. Le sorgenti di accensione efficaci, possono manifestarsi in circostanze molto rare e unicamente a seguito di rare disfunzioni.</i>
C0	<i>Contatto mai presente nella zona (luogo) considerata. Le sorgenti di accensione non sono efficaci e/o non si manifestano mai.</i>

FATTORE DI DANNO, D

ELEMENTI DEL FATTORE DI DANNO D			
DESCRIZIONE	0	0,25	0,5
Presenza lavoratori	Assenti	Saltuaria	Continua
K_G - indice esplosione Gas [bar m/s]	0 ≤ 200	200 ≤ 400	> 400
Danno alla struttura/apparecchiature	Basso	Medio	Alto
Danno ambientale	Basso	Medio	Alto
Ostruzione / Confinamento nube	N.C.	P.C.	C.C.

LEGENDA	
N.C.	Non Confinata
P.C.	Parzialmente Confinata
C.C.	Completamente Confinata

Al fattore del danno D, presente nella relazione del rischio, si sono associati dei gradi secondo una scala convenzionale qualitativa e numerica di entità del danno prevedibile, come indicato nell'allegato A della norma CEI UNI 70029.

Per stimare il rischio (**R**), al prodotto di P·C·D, si sommano alcuni indici tipici per il rischio in esame che hanno una maggiore valenza sul fattore di danno D.

Tali indici sono stati stabiliti nella maniera sintetizzata nella tabella sotto riportata:

ELEMENTI DEL RISCHIO R	INDICI		
	0	1	2
P_L - Presenza lavoratori	Assenti	Saltuaria	Continua
K_G - indice esplosione Gas [bar m/s]	0 ≤ 200	200 ≤ 400	> 400
D_S - Danno alla struttura/apparecchiature	Basso	Medio	Alto
D_A - Danno ambientale	Basso	Medio	Alto
C_n - Ostruzione / Confinamento nube	N.C.	P.C.	C.C.

In definitiva il rischio di esplosione R è stimato con la seguente relazione:

$$R = (P \cdot C \cdot D) + P_L + K_G + D_S + D_A + C_n$$

In cui:

LEGENDA	
P_L	Indice (0, 1, 2) per presenza Lavoratori
K_G	Indice esplosione gas [bar m/s] (0, 1, 2)
D_s	Indice (0, 1, 2) per danno alla struttura/apparecchiature
D_A	Indice (0, 1, 2) per danno all'ambiente
C_n	Indice (0, 1, 2) per Ostruzione/Confinamento nube

La tabella seguente riassume in maniera schematica la classificazione dei livelli di rischio nelle varie aree.

$0 \leq R \leq 1$	$1 < R \leq 9$	$9 < R \leq 18$	$R > 18$
Trascurabile	Basso	Medio	Alto

Rischio	MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE
Alto	Sono richieste misure di prevenzioni e protezioni urgenti poiché determinano i presupposti per l'accadimento di un possibile infortunio di gravissima entità
Medio	Grado di rischio che implica la sussistenza di una condizione di rischio grave, ma non imminente per i lavoratori, e che potrebbe causare gravi danni con un elevato grado di inabilità o determinare patologie dagli effetti invalidanti permanenti. Sono richiesti interventi a medio termine
Basso	Gli interventi di adeguamento corrispondenti al presente livello di priorità possono essere programmati nel tempo in funzione della fattibilità degli stessi.
Trascurabile	Gli interventi di adeguamento corrispondenti, tipo organizzati o e tecnico, verranno programmati nel tempo con il fine di elevare il livello di protezione e ottimizzare lo stato dei luoghi e le procedure di lavoro.

Quanto riportato nella tabella precedente ha la sola funzione di evidenziare una tipologia di approccio all'attuazione di misure preventive e protettive. Termini quali "urgenti" e "medio termine" assumono in questo contesto una importanza relativa. Il datore di lavoro e il servizio di prevenzione e protezione stabiliscono di volta in volta quale valenza temporale attribuire agli interventi di prevenzione e/o tecnici, finalizzati a minimizzare sia la probabilità di formazione di atmosfere esplosive, sia i relativi fattori di danno conseguente.

3.3. CRITERIO UTILIZZATO NELLA VALUTAZIONE DI POLVERI COMBUSTIBILI

Le polveri combustibili possono dar luogo a due tipi di pericolo:

- ✓ in caso di dispersione in atmosfera possono causare delle esplosioni;
- ✓ in caso di deposito in strati su componenti che producono calore possono dare origine ad incendi.

Il pericolo di esplosione dovuto alla presenza di polveri combustibili si manifesta quando queste, disperse nell'aria, formano delle miscele (nubi) di combustibile (polvere) e di comburente (ossigeno presente nell'aria), cosicché, in presenza di una sorgente di accensione di sufficiente energia, sono in grado di formare un'onda di pressione ed un fronte di fiamma con effetti esplosivi. Perché questo si verifichi è necessario che la polvere combustibile sia presente all'interno della nube in una concentrazione compresa nel campo di esplodibilità della stessa.

Un altro parametro, che si può introdurre per capire quale sia il pericolo che può originare una data polvere combustibile, è la *granulometria*. Essa consiste nella misurazione della ripartizione percentuale delle particelle della polvere combustibile in questione in funzione del loro diametro. Visto che le particelle di polveri combustibili con grandezza superiore a 500 µm possono considerarsi, con una certa cautela, non in grado di dare origine a nubi esplosive, se da questa misura risulta che la polvere in questione è formata in gran parte da particelle aventi queste dimensioni, si può fare riferimento al solo pericolo di incendio. È da ricordare che, comunque, per l'effettuazione di questa misura deve essere preso in considerazione un campione rappresentativo di tale polvere prevedibile nell'ambiente oggetto di studio nelle peggiori condizioni. Questo in quanto le particelle di polvere possono essere sottoposte, durante la lavorazione e il trasporto, a diverse operazioni che ne determinano uno sminuzzamento con la conseguente formazione di particelle più fini, che possono creare pericoli di esplosione.

Il pericolo di incendio è dovuto, solitamente, al deposito di strati di polvere sulle apparecchiature elettriche, che ne causano un peggioramento del raffreddamento con un conseguente aumento della temperatura superficiale. Se questo aumento di temperatura porta ad una temperatura finale maggiore di quella di accensione della polvere in strato, questa si innesca dando origine al solo incendio nel caso in cui questi strati siano incapaci di sollevarsi e quindi di formare nubi esplosive. Questo pericolo può essere evitato mantenendo un buon livello di pulizia, che tenga lo spessore degli strati entro limiti trascurabili. La formazione di un'atmosfera esplosiva dipende dalla presenza di una polvere combustibile, dal grado di dispersione della polvere, dalla concentrazione della stessa all'interno della zona pericolosa e dalla quantità di atmosfera esplosiva che potrebbe causare danni, in caso di innesco.

La tipologia del Rischio esplosione richiede la stima del rischio con metodo qualitativo o probabilistico, denominato anche operativo. Tale scelta è, pertanto, in accordo con le linee guida CEE, in quanto i sistemi deterministici (HAZOP, FTA, FMEA, QRA) mal rappresentano il rischio esplosione, poiché le cause di innesco non sono legate necessariamente ad avaria di componenti d'impianto.

Il modello sotto riportato, adottato nel software **Atmosphere Risk Analysis Dust**, fa riferimento al sistema europeo denominato "RASE":

EU Project SMT4 – CT97-2169

The RASE Project, explosive atmosphere. Risk assessment of Unit Operation and Equipmant

Per ogni Sorgente di Emissione sono state definite le seguenti fasi:

- a) Identificazione del pericolo. Le caratteristiche chimico fisiche delle sostanze pericolose (sono utili ai fini dell'identificazione dei pericoli in quanto dimostrano se le sostanze sono infiammabili/combustibili e quale è la loro facilità di accensione);
- b) valutazione della probabilità che si determini un'atmosfera esplosiva e della quantità implicata;
- c) determinazione della presenza e della probabilità di sorgenti di accensione in grado di accendere l'eventuale atmosfera esplosiva;
- d) determinazione di possibili effetti di un'esplosione;
- e) valutazione del rischio;
- f) definizione della priorità di intervento delle azioni migliorative.
- g) esame delle misure di minimizzazione dei rischi;

La sequenza delle suddette fasi ed il loro aggancio è riportato nel diagramma di flusso riportato nella pagina successiva, dal quale risulta che la valutazione del rischio è un processo sequenziale e ciclico:

- ✓ **sequenziale**, in quanto il processo per essere organico e completo necessita di seguire in sequenza il percorso logico prefissato;
- ✓ **ciclico**, dato che per ridurre il rischio a valori accettabili occorre porre in atto delle barriere, e successivamente provvedere di nuovo all'identificazione dei pericoli, alla stima e alla valutazione del rischio, lo stesso ciclo occorre seguirlo periodicamente e aggiornarlo per testarne l'efficacia e in caso di mutamenti che potrebbero aver reso superata la valutazione.

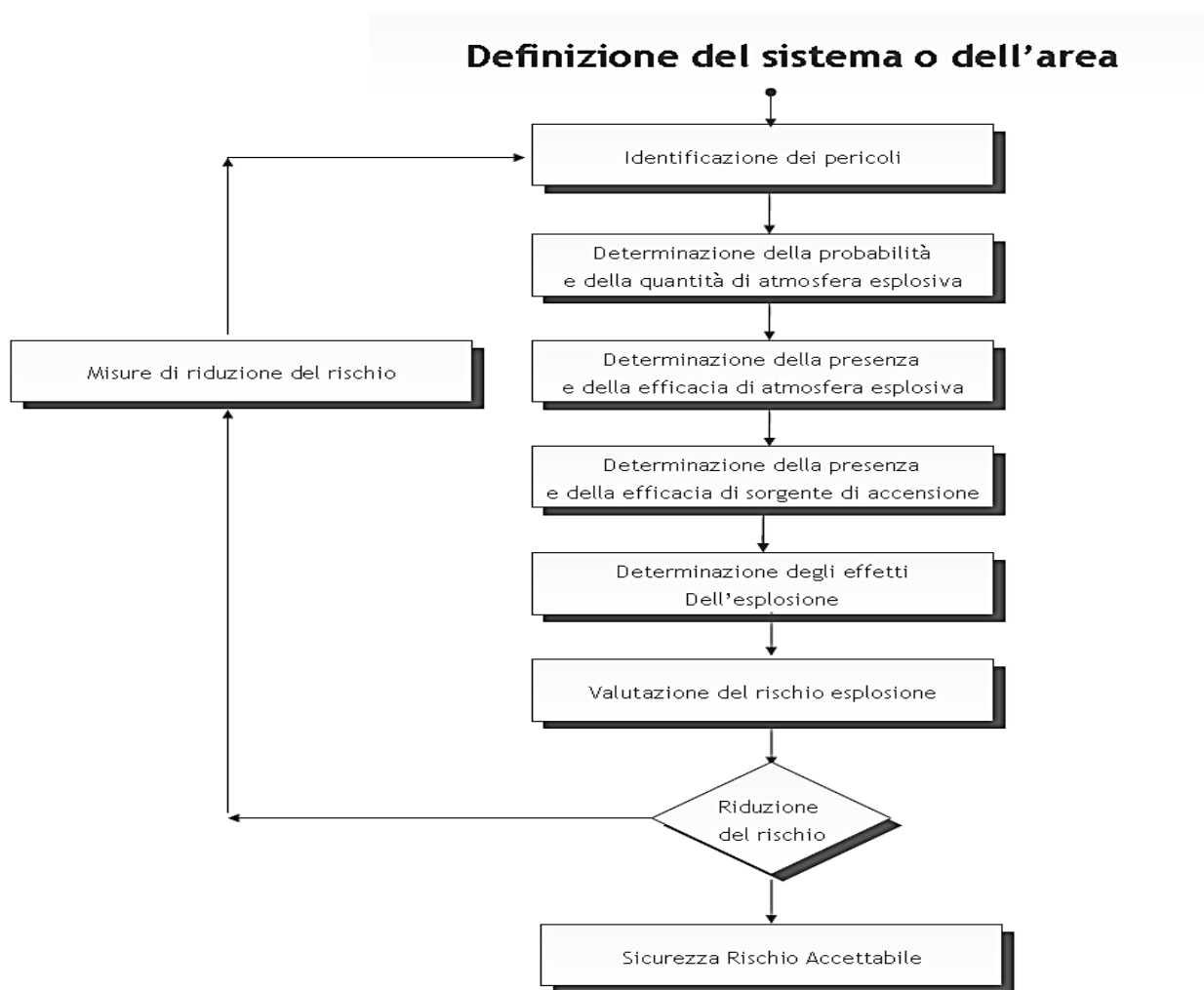


Figura 1 diagramma di flusso per la valutazione del rischio esplosione

La valutazione del rischio ha tenuto conto del pericolo di innesco (accensione) ed esplosione derivante da:

- ✓ apparecchi, sistemi di protezione e componenti stessi;
- ✓ interazione tra apparecchi, sistemi di protezione, componenti e le sostanze trattate;
- ✓ il processo industriale specifico realizzato in apparecchi, sistemi di protezione e componenti;
- ✓ le interazioni dei singoli processi in diverse parti di apparecchi, sistemi di protezione e componenti;
- ✓ l'ambiente circostante apparecchi, sistemi di protezione e componenti e la possibile interazione con i processi vicini.

In base a quanto precedentemente riportato la stima del rischio avviene analizzando

- ✓ La probabilità di esistenza del pericolo;
- ✓ La probabilità che il pericolo sia causa di danno;
- ✓ La gravità del danno

I fattori indicati si legano tra loro e sono direttamente proporzionali al rischio secondo la seguente relazione:

$$R = P \cdot C \cdot D + I_{RP}$$

in cui:

- R → è l'indice di rischio totale;
- P → è il fattore di pericolo, il quale rappresenta la probabilità di esistenza del pericolo;
- C → è il fattore di contatto, cioè la probabilità che il pericolo **P** sia causa di un danno;
- D → è il fattore di danno, rappresenta l'entità (dimensione, magnitudo) del danno;
- I_{RP} → Indice di rischio parziale.

Con riferimento alla suddetta relazione, possiamo definire la "**valutazione del rischio**" come: *il prodotto dei gradi dei tre fattori di rischio espressi singolarmente sommati all'indice di rischio parziale*

Il rischio deve essere valutato per ogni grado di emissione della singola sorgente di emissione censita.

Ad ogni fattore è assegnato un grado, un numero che non rappresenta una misura ma un concetto: si è quindi fuori dal campo di pura applicazione matematica. Ma ciò che interessa è il valore assegnato ad ogni singolo fattore per poter intervenire in maniera operativa, al fine di ridurre il rischio esplosione.

Il valore del singolo fattore di rischio segue la seguente scala:

- ✓ mai;
- ✓ raramente o quasi mai;
- ✓ talvolta, ogni tanto;
- ✓ sempre o frequentemente.

Fattore di pericolo, P

Il fattore di pericolo **P** indica quanto è probabile l'esistenza di un pericolo in un luogo e rappresenta il tempo durante il quale il pericolo è disponibile a fare danno. Nel nostro caso il pericolo è costituito dalla probabilità e durata di presenza di atmosfera esplosiva e dalla sua quantità.

Al fattore di pericolo P si è associato dei gradi secondo la scala qualitativa ed anche numerica convenzionale di probabilità di presenza di pericolo, come indicato nella seguente tabella:

CLASSIFICAZIONE DEL FATTORE DI PERICOLO P	
GRADO	DEFINIZIONE QUALITATIVA DEL FATTORE DI PERICOLO P
P3	<i>Il pericolo è presente sempre o frequentemente. Luogo in cui un'atmosfera esplosiva è presente continuamente, o per lunghi periodi o frequentemente (Zona 0 o Zona 20).</i>
P2	<i>Il pericolo è presente talvolta, ogni tanto. Luogo in cui è probabile che un'atmosfera esplosiva si presenti occasionalmente durante il funzionamento normale (Zona 1 o Zona 21).</i>
P1	<i>Il pericolo è presente raramente o quasi mai. 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 (Zona 2 o Zona 22).</i>
P0	<i>Il pericolo non c'è mai. Luogo in cui è impossibile che si formi un'atmosfera esplosiva (Zona NE).</i>

In funzione del tipo di zona pericolosa (Atmosphere Risk Analysis Dust) può essere determinato il fattore di pericolo P (il quale si trova in corrispondenza biunivoca con il tipo di zona).

ZONA	DESCRIZIONE	FATTORE DI PERICOLO P
Zona 20	<i>luogo in cui l'atmosfera esplosiva è sempre presente o per lunghi periodi</i>	3
Zona 21	<i>luogo in cui l'atmosfera esplosiva è presente occasionalmente</i>	2
Zona 22	<i>luogo in cui l'atmosfera esplosiva è presente raramente o quasi mai</i>	1
Zona NE	<i>luogo in cui l'atmosfera esplosiva non è mai presente</i>	0

Fattore di contatto, C

Per passare dal pericolo al danno, occorre considerare il fattore di contatto **C**, associandogli un grado in relazione alla probabilità in cui esso è disponibile al "contatto" di un singolo individuo, un gruppo di individui, un determinato bene materiale o comparto ambientale con il pericolo, oppure all'elemento catalizzatore che trasforma indirettamente un evento pericoloso in un evento dannoso.

Nel nostro caso il fattore di contatto è costituito dalla presenza e probabilità di sorgenti di accensione in grado di accendere l'eventuale atmosfera esplosiva.

Al fattore di contatto C della relazione del rischio è stata associata una scala convenzionale qualitativa e numerica di probabilità di innesco efficace, come indicato nella seguente tabella:

CLASSIFICAZIONE DEL FATTORE DI PERICOLO C	
GRADO	DEFINIZIONE QUALITATIVA DEL FATTORE DI CONTATTO C
C3	<i>Contatto presente permanentemente o frequentemente nella zona (luogo) considerata. Le sorgenti di accensione sono efficaci e sempre presenti durante il normale funzionamento.</i>
C2	<i>Contatto presente talvolta ovvero ogni tanto nella zona (luogo) considerata. Le sorgenti di accensione efficaci, possono manifestarsi in circostanze rare e unicamente a seguito di disfunzioni.</i>
C1	<i>Contatto presente talvolta ovvero quasi mai nella zona (luogo) considerata. Le sorgenti di accensione efficaci, possono manifestarsi in circostanze molto rare e unicamente a seguito di rare disfunzioni.</i>
C0	<i>Contatto mai presente nella zona (luogo) considerata. Le sorgenti di accensione non sono efficaci e/o non si manifestano mai.</i>

Indica quanto è probabile l'esistenza di un pericolo in un luogo e rappresenta il passo successivo consiste nella valutazione della probabilità che all'interno di una zona pericolosa si possa trovare una sorgente di accensione della nube esplosiva, il suindicato fattore C. La seguente tabella consente di associare un indice numerico alla presenza di tali sorgenti di accensione.

PRESENZA	DESCRIZIONE	FATTORE DI CONTATTO C
Sempre presente	Esistono sempre una o più sorgenti efficaci che potrebbero determinare l'accensione della nube esplosiva	3
Talvolta	Le sorgenti efficaci potrebbero determinare talvolta l'accensione della nube esplosiva, in seguito a disfunzioni o malfunzionamenti	2
Raramente	Le sorgenti efficaci potrebbero determinare raramente o quasi mai l'accensione della nube esplosiva	1
Inesistenti	Le sorgenti efficaci non sono mai presenti e non possono determinare l'accensione della nube esplosiva	0

Fattore di danno, D

In caso di esplosione, si devono considerare i possibili effetti dei seguenti fattori:

- ✓ fiamme;
- ✓ radiazione termica;
- ✓ onde di pressione;
- ✓ detriti vaganti;
- ✓ emissioni pericolose di materiali.

Le conseguenze di quanto sopra indicato sono correlate a:

- ✓ proprietà chimiche e fisiche delle sostanze infiammabili/combustibili;
- ✓ quantità e confinamento dell'atmosfera esplosiva;
- ✓ geometria dell'ambiente circostante,
- ✓ resistenza dell'involucro e delle strutture di supporto;
- ✓ dispositivi di protezione indossati dal personale esposto al pericolo;
- ✓ proprietà fisiche degli oggetti esposti al pericolo.

La valutazione degli effetti legati ad una eventuale esplosione sarà effettuata facendo riferimento a normative specifiche o alla letteratura scientifica di settore.

Va tenuto presente che le norme di classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione escludono esplicitamente gli eventi catastrofici:

Per valutare gli effetti prevedibili a seguito di un'esplosione si sono utilizzati i seguenti elementi, riferiti a ciascuna sorgente di emissione:

- ✓ il tipo di zona risultante dalla classificazione;
- ✓ la presenza di lavoratori nelle aree che possono essere soggette a danni;
- ✓ le caratteristiche chimiche e fisiche della sostanza che ha determinato l'esplosione in particolare l'indice di esplosione della polvere (K_{st});
- ✓ il volume ipotetico di atmosfera esplosiva (V_z) più lo spessore dello strato di polvere per le polveri combustibili.

Il livello di ostruzione/confinamento della nube, codificato in:

- ✓ **Nube completamente confinata** (C.C.): nube in apparecchiatura o ambiente chiuso, oppure presenza nella nube di ostacoli ravvicinati, cioè con una frazione di ingombro (intesa come rapporto tra il volume occupato dagli ostacoli e il volume totale dell'area in condizioni di esplosività) superiore al 30% e una distanza tra gli ostacoli inferiore ai 3 m;
- ✓ **Nube parzialmente confinata** (P.C.): nube a contatto con 2 o più pareti/barriere oppure presenza di ostacoli all'interno della nube, ma con una frazione di ingombro inferiore al 30% e/o una distanza tra gli ostacoli superiore ai 3 m;
- ✓ **Nube non confinata** (N.C.): assenza di pareti (tranne il terreno), di ostacoli o il rapporto tra V_z (m^3) e il volume libero dell'ambiente V_a (m^3) è trascurabile ($1 \cdot 10^{-6}$).

Si precisa che, per il metodo impostato, ai fini della valutazione del rischio esplosione, conoscere l'entità dei danni prodotti da un'esplosione è indispensabile, in pratica però, i danni associati ad un'esplosione sono ritenuti sempre elevati e dunque il rischio dipende soprattutto dalla probabilità che avvenga un'esplosione (tipo di zona ricavabile dalla classificazione).

In base a quanto sopra illustrato, per determinare il *fattore del danno* D si considera la classificazione realizzata e si assegna un valore (0, 1, 2, 3 rispettivamente per le zone N.E., Z2 o Z22, Z1 o Z21, Z0 o Z20) in base al tipo di zona. A tale valore primario, che identifica il tipo di zona, si sommano alcuni

indici che hanno valenza sul fattore di danno D. Questi ultimi indici sono stati stabiliti nella maniera sintetizzata nella tabella sotto riportata:

ELEMENTI DEL FATTORE DI DANNO D			
PARAMETRI	INDICI		
	0	0,25	0,5
Presenza lavoratori (P_L)	Assenti	Saltuaria	Continua
K_{st} - indice esplosione Polveri [bar m/s]	0 ≤ 200	200 ≤ 400	> 400
Spessore dello strato di polvere (S_s) [mm]	0 ≤ 5	5 ≤ 50	> 50
Ostruzione / Confinamento nube (C_N)	N.C:	P.C:	C.C.
Struttura e Apparecchiature (S_A)	Basso	Medio	Alto
Ambiente (A)	Basso	Medio	Alto

Al fattore del **danno D**, presente nella relazione del rischio, si sono associati dei gradi secondo una scala convenzionale qualitativa e numerica di entità del danno prevedibile, come indicato nella tabella sotto riportata (in sintonia con l'allegato A della norma CEI UNI 70029):

CLASSIFICAZIONE DEL FATTORE DI DANNO D	
GRADO	DEFINIZIONE QUALITATIVA DEL FATTORE DI CONTATTO C
D3	<i>L'entità del danno è gravissima. Un singolo individuo, un gruppo di individui, un determinato bene materiale o comparto ambientale è presente permanentemente o frequentemente nella zona (luogo) considerata.</i>
D2	<i>L'entità del danno è media o grave. Un singolo individuo, un gruppo di individui, un determinato bene materiale o comparto ambientale è presente talvolta, ovvero ogni tanto nella zona (luogo) considerata.</i>
D1	<i>L'entità del danno è lieve. Un singolo individuo, un gruppo di individui, un determinato bene materiale o comparto ambientale è presente talvolta ovvero quasi mai nella zona (luogo) considerata.</i>
D0	<i>L'entità del danno è trascurabile o nulla. Un singolo individuo, un gruppo di individui, un determinato bene materiale o comparto ambientale non è mai presente nella zona (luogo) considerata.</i>

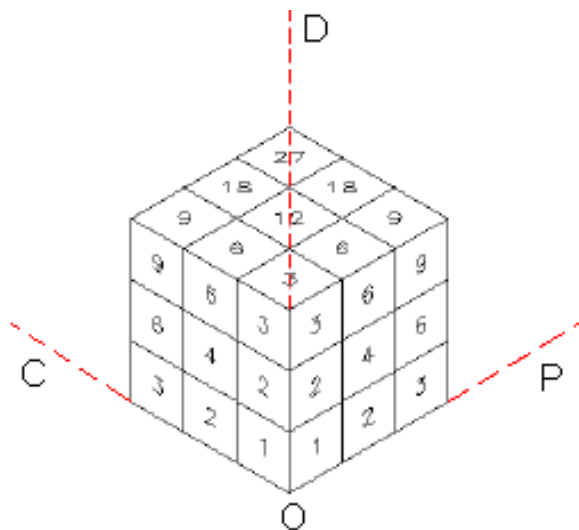
Il fattore di danno **D** è calcolato come di seguito indicato:

$$D = P_L + k_{ST} + V_Z + S_s + C_N + S_A + A$$

VALUTAZIONE DEL RISCHIO, R

Avendo definito la stima del rischio come prodotto di tre fattori e per rendere più chiara tale valutazione, la rappresentiamo in maniera grafica con una matrice tridimensionale, del tipo in figura seguente:

MATRICE TRIDIMENSIONALE DEL RISCHIO



In tale matrice sull'asse X è riportato il pericolo (P), sull'asse Y il contatto (C) e sull'asse Z il danno (D). I rischi maggiori occupano volumi maggiori e sono rappresentati da ombreggiature più scure. Il "volume di rischio" è ottenuto con il prodotto dei singoli fattori che compongono il rischio, tenendo presente che l'origine degli assi corrisponde allo zero.

Si ribadisce che questa teoria, per la finalità che interessa nella valutazione del rischio esplosione, mal si presta a considerazioni matematiche (eccezion fatta per l'operazione aritmetica) ma è più rivolta alla conoscenza del singolo fattore di rischio per riuscire a ridurre il rischio stesso ad un livello trascurabile (rischio trascurabile).

Per stimare il rischio (R), al prodotto di $P \cdot C \cdot D$, si sommano alcuni indici tipici per il rischio in esame che hanno una maggiore valenza sul fattore di danno D, tale nuovo indice è stato definito come Indice di Rischio Parziale (I_{RP}).

Indice di rischio parziale (I_{RP})

L'indice di rischio parziale è stabilito nella maniera sintetizzata nella tabella sotto riportata::

INDICE DI RISCHIO PARZIALE			
PARAMETRI	INDICI		
	0	1	2
Presenza lavoratori (P_L)	Assenti	Saltuaria	Continua
K_{St} - indice esplosione Polveri [bar m/s]	$0 \leq 200$	$200 \leq 400$	> 400
Spessore dello strato di polvere (S_s) [mm]	$0 \leq 5$	$5 \leq 50$	> 50
Ostruzione / Confinamento nube (C_N)	N.C:	P.C:	C.C.
Struttura e Apparecchiature (S_A)	Basso	Medio	Alto
Ambiente (A)	Basso	Medio	Alto

$$I_{RP} = P_L + K_{ST} + V_Z + S_s + C_N + S_A + A$$

Per ottenere l'indice di rischio totale al rischio **R** va sommato l'indice di rischio parziale **I_{RP}** .

Indice di rischio **$R = (P * C * D') + I_{RP}$** .

In cui:

LEGENDA	
P_L	Indice (0, 1, 2) per presenza Lavoratori
K_G	Indice deflagrazione gas (0, 1, 2)
K_{St}	Indice deflagrazione polveri (0, 1, 2)
S_s	Indice (0, 1, 2) in base allo Spessore dello strato di polvere
C_n	Indice (0, 1, 2) in base al confinamento della nube di atmosfera pericolosa.
S_A	Indice (0, 1, 2) in base al danno alle Strutture e Apparecchiature
A	Indice (0, 1, 2) in base al danno Ambientale

La classificazione dei livelli di rischio viene determinata in base all'indice di rischio **R** calcolato con le relazioni indicate in precedenza.

La tabella seguente riassume in maniera schematica la classificazione dei livelli di rischio nelle varie aree.

RISCHIO	LIVELLO	DESCRIZIONE
Alto	$R > 18$	Si intendono a rischio esplosione alto i luoghi di lavoro o parte di essi in cui la probabilità di presenza di atmosfere esplosive è elevata (es. aree classificate come zona 20); nelle quali le condizioni locali e/o di esercizio presentano inneschi efficaci; in cui in caso di esplosione il livello di esposizione risulta elevato (persone esposte direttamente al pericolo, danni ai beni ingenti) e la probabilità di propagazione della stessa è da ritenersi notevole.
Medio	$9 < R \leq 18$	Si intendono a rischio esplosione medio i luoghi di lavoro o parte di essi in cui la probabilità di presenza di atmosfere esplosive è limitata (es. aree classificate come zona 21); nelle quali le condizioni locali e/o di esercizio possono favorire la presenza di innesco efficace; in cui in caso di esplosione il livello di esposizione risulta moderato (danni limitati ai beni, persone non esposte al pericolo) e la probabilità di propagazione della stessa è da ritenersi limitata
Basso	$1 < R \leq 9$	Si intendono a rischio esplosione basso i luoghi di lavoro o parte di essi in cui la probabilità di presenza di atmosfere esplosive è estremamente limitata (es. aree classificate come zona 22); nelle quali le condizioni locali e/o di esercizio offrono scarse possibilità di presenza di innesco efficace; in cui in caso di esplosione il livello di esposizione risulta basso (danni limitati ai beni, persone non esposte al pericolo) e la probabilità di propagazione della stessa è da ritenersi estremamente limitata
Trascurabile	$R = 0$	Si intendono a rischio esplosione trascurabile i luoghi di lavoro o parte di essi in cui la probabilità di presenza di atmosfere esplosive è estremamente limitata (es. aree classificate come zona NE); nelle quali le condizioni locali e/o di esercizio NON offrono possibilità di presenza di innesco efficace; in cui in caso di esplosione il livello di esposizione è quasi nullo (non ci sono danni ai beni, persone non esposte al pericolo) e la probabilità di propagazione della stessa è da ritenersi quasi nulla.

3.4. INDICAZIONE DEI LUOGHI CLASSIFICATI

Indicazione dei luoghi nei quali si applicano le prescrizioni minime di cui all'allegato L del D.Lgs. 81/08 e indicazione che i luoghi e le attrezzature di lavoro, compresi i dispositivi di allarme, sono concepiti, impiegati e mantenuti in efficienza tenendo nel debito conto la sicurezza

I provvedimenti minimi, ai sensi dell'allegato di cui sopra riguarderanno:

A. PRESCRIZIONI MINIME PER IL MIGLIORAMENTO DELLA PROTEZIONE DELLA SICUREZZA E DELLA SALUTE DEI LAVORATORI CHE POSSONO ESSERE ESPOSTI AL RISCHIO DI ATMOSFERE ESPLOSIVE.

a. **Provvedimenti organizzativi.**

✓ **Formazione professionale dei lavoratori.**

- o Il datore di lavoro provvederà ad una sufficiente ed adeguata formazione in materia di protezione dalle esplosioni dei lavoratori impegnati in luoghi dove possono formarsi atmosfere esplosive.

✓ **Istruzioni scritte e autorizzazione al lavoro.**

Ove stabilito all'interno del presente documento sulla protezione contro le esplosioni:

- a) il lavoro nelle aree a rischio si effettua secondo le istruzioni scritte impartite dal datore di lavoro;
- b) è applicato un sistema di autorizzazioni al lavoro per le attività pericolose e per le attività che possono diventare pericolose quando interferiscono con altre operazioni di lavoro.

Le autorizzazioni al lavoro sono rilasciate prima dell'inizio dei lavori da una persona abilitata a farlo.

b. **misure di protezione contro le esplosioni.**

- ✓ Fughe e emissioni, intenzionali o no, di gas, vapori, nebbie o polveri combustibili che possano dar luogo a rischi di esplosioni sono opportunamente deviate o rimosse verso un luogo sicuro o, se ciò non è realizzabile, contenuti in modo sicuro, o resi adeguatamente sicuri con altri metodi appropriati.
- ✓ Qualora l'atmosfera esplosiva contenga più tipi di gas, vapori, nebbie o polveri infiammabili o combustibili, le misure di protezione devono essere programmate per il massimo pericolo possibile.
- ✓ Per la prevenzione dei rischi di accensione, conformemente all'articolo 291, si tiene conto anche delle scariche elettrostatiche che provengono dai lavoratori o dall'ambiente di lavoro che agiscono come elementi portatori di carica o generatori di carica. I lavoratori sono dotati di adeguati indumenti di lavoro fabbricati con materiali che non producono scariche elettrostatiche che possano causare l'accensione di atmosfere esplosive.
- ✓ Impianti, attrezzature, sistemi di protezione e tutti i loro dispositivi di collegamento sono posti in servizio soltanto se dal documento sulla protezione contro le esplosioni risulta che possono essere utilizzati senza rischio in un'atmosfera esplosiva. Ciò vale anche per attrezzature di lavoro e relativi dispositivi di collegamento che non sono apparecchi o sistemi di protezione ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 23 marzo 1998, n. 126, qualora possano rappresentare un pericolo di accensione unicamente per il fatto di essere incorporati in un impianto. Vanno adottate le misure necessarie per evitare il rischio di confusione tra i dispositivi di collegamento.
- ✓ Si devono prendere tutte le misure necessarie per garantire che le attrezzature di lavoro con i loro dispositivi di collegamento a disposizione dei lavoratori, nonché la struttura del luogo di lavoro siano state progettate, costruite, montate, installate, tenute in efficienza e utilizzate in modo tale da ridurre al minimo i rischi di esplosione e, se questa dovesse verificarsi, si possa controllarne o ridurre al minimo la propagazione all'interno del luogo di lavoro e

dell'attrezzatura. Per detti luoghi di lavoro si adottano le misure necessarie per ridurre al minimo gli effetti sanitari di una esplosione sui lavoratori.

- ✓ Se del caso, i lavoratori sono avvertiti con dispositivi ottici e acustici e allontanati prima che le condizioni per un'esplosione siano raggiunte.
- ✓ Ove stabilito dal documento sulla protezione contro le esplosioni, sono forniti e mantenuti in servizio sistemi di evacuazione per garantire che in caso di pericolo i lavoratori possano allontanarsi rapidamente e in modo sicuro dai luoghi pericolosi.
- ✓ Anteriormente all'utilizzazione per la prima volta di luoghi di lavoro che comprendono aree in cui possano formarsi atmosfere esplosive, è verificata la sicurezza dell'intero impianto per quanto riguarda le esplosioni. Tutte le condizioni necessarie a garantire protezione contro le esplosioni sono mantenute.
- ✓ La verifica del mantenimento di dette condizioni è effettuata da persone che, per la loro esperienza e formazione professionale, sono competenti nel campo della protezione contro le esplosioni.
- ✓ Qualora risulti necessario dalla valutazione del rischio:
 - a) deve essere possibile, quando una interruzione di energia elettrica può dar luogo a rischi supplementari, assicurare la continuità del funzionamento in sicurezza degli apparecchi e dei sistemi di protezione, indipendentemente dal resto dell'impianto in caso della predetta interruzione;
 - b) gli apparecchi e sistemi di protezione a funzionamento automatico che si discostano dalle condizioni di funzionamento previste devono poter essere disinseriti manualmente, purché ciò non comprometta la sicurezza. Questo tipo di interventi deve essere eseguito solo da personale competente;
 - c) in caso di arresto di emergenza, l'energia accumulata deve essere dissipata nel modo più rapido e sicuro possibile o isolata in modo da non costituire più una fonte di pericolo.
- ✓ Nel caso di impiego di esplosivi è consentito, nella zona 0 o zona 20 solo l'uso di esplosivi di sicurezza antigrisutosi, dichiarati tali dal fabbricante e classificati nell'elenco di cui agli articoli 42 e 43 del decreto del Presidente della Repubblica 20 marzo 1956, n. 320.
- ✓ L'accensione delle mine deve essere fatta elettricamente dall'esterno.
- ✓ Tutto il personale deve essere fatto uscire dal sotterraneo durante la fase di accensione delle mine.
- ✓ Qualora venga rilevata in qualsiasi luogo sotterraneo una concentrazione di gas infiammabile o esplodente superiore all' 1% in volume rispetto all'aria, con tendenza all'aumento, e non sia possibile, mediante la ventilazione o con altri mezzi idonei, evitare l'aumento della percentuale dei gas oltre il limite sopraindicato, tutto il personale deve essere fatto sollecitamente uscire dal sotterraneo.
- ✓ Analogo provvedimento deve essere adottato in caso di irruzione massiva di gas.
- ✓ Qualora non sia possibile assicurare le condizioni di sicurezza previste dal punto precedente possono essere eseguiti in sotterraneo solo i lavori strettamente necessari per bonificare l'ambiente dal gas e quelli indispensabili e indifferibili per ripristinare la stabilità delle armature degli scavi.
- ✓ Detti lavori devono essere affidati a personale esperto numericamente limitato, provvisto dei necessari mezzi di protezione, comprendenti in ogni caso l'autoprotettore, i quali non devono essere prelevati dalla dotazione prevista dall'articolo 101 del decreto del Presidente della Repubblica n. 320 del 1956 per le squadre di salvataggio.

B. CRITERI PER LA SCELTA DEGLI APPARECCHI E DEI SISTEMI DI PROTEZIONE.

Qualora il documento sulla protezione contro le esplosioni basato sulla valutazione del rischio non preveda altrimenti, in tutte le aree in cui possono formarsi atmosfere esplosive sono impiegati apparecchi e sistemi di protezione conformi alle categorie di cui al decreto del Presidente della Repubblica 23 marzo 1998, n. 126.

In particolare, in tali aree sono impiegate le seguenti categorie di apparecchi, purché adatti, a seconda dei casi, a gas, vapori o nebbie e/o polveri:

- ✓ nella zona 0 o nella zona 20, apparecchi di categoria 1;
- ✓ nella zona 1 o nella zona 21, apparecchi di categoria 1 o di categoria 2;
- ✓ nella zona 2 o nella zona 22, apparecchi di categoria 1, 2 o 3.

a. Indicazione che sono stati adottati gli accorgimenti necessari per l'impiego sicuro di attrezzature da lavoro

Le istruzioni per l'impiego sicuro di attrezzature da lavoro terranno in considerazione gli elementi di seguito riportati. Inizialmente si devono distinguere due diversi tipi di attrezzature:

- a) utensili che possono causare soltanto scintille singole quando sono utilizzati (per esempio cacciavite, chiavi, cacciavite a percussione);
- b) utensili che generano una serie di scintille quando utilizzati per segare o molare.

Nelle zone 0 e 20 non sono ammessi utensili che producono scintille.

Nelle zone 1 e 2 sono ammessi soltanto utensili di acciaio conformi al punto a). Gli utensili conformi al punto b) sono ammessi soltanto se si può assicurare che non sono presenti atmosfere esplosive pericolose sul posto di lavoro.

Tuttavia, l'uso di qualsiasi tipo di utensile di acciaio è totalmente proibito nella zona 1 se esiste il rischio di esplosione dovuto alla presenza di sostanze appartenenti al gruppo II c (secondo la EN 50014) (acetilene, bisolfuro di carbonio, idrogeno), solfuro di idrogeno, ossido di etilene, monossido di carbonio, a meno di assicurare che non sia presente atmosfera esplosiva pericolosa sul posto di lavoro durante il lavoro con questi utensili.

Gli utensili di acciaio conformi ad a) sono ammessi nelle zone 21 e 22. Gli utensili di acciaio conformi a b) sono ammessi soltanto se il posto di lavoro è protetto dal resto delle zone 21 e 22 e se sono state adottate le seguenti misure supplementari:

- ✓ eliminazione dei depositi di polveri dal luogo di lavoro;
- oppure
- ✓ se il luogo di lavoro è mantenuto sufficientemente umido in modo che le polveri non possano disperdersi nell'aria né si possa sviluppare alcun processo di fuoco senza fiamme.

Per molare o segare nelle zone 21 e 22 o nelle loro vicinanze, si deve considerare che le scintille prodotte possono volare per lunghe distanze e produrre la formazione di particelle di fuoco senza fiamme. Per questa ragione, gli altri luoghi attorno al luogo di lavoro dovrebbero essere inclusi nelle misure di protezione menzionate.

L'uso di utensili nelle zone 1, 2, 21 e 22 sarà soggetto ad un "permesso di lavoro".

Verifica degli impianti elettrici

D.Lgs. 81/08, art. 296. Verifiche

1. Il datore di lavoro provvede affinché le installazioni elettriche nelle aree classificate come zone 0, 1, 20 o 21 ai sensi dell'allegato XLIX siano sottoposte all'ispezione e verifiche di cui ai capi III e IV del decreto del Presidente della Repubblica 22 ottobre 2001, n. 462.

4. VALUTAZIONE DEL RISCHIO ESPLOSIONE

4.1. RIEPILOGO CLASSIFICAZIONE DI RIFERIMENTO E VALUTAZIONE DEL RISCHIO

La valutazione del rischio esplosione, oggetto di questo documento fa riferimento al documento di classificazione delle aree redatto in data 28/02/2024 a cura del Dr. Chim. Alessandro Franciosi.

La valutazione del rischio ha considerato le seguenti condizioni, dove necessario:

- presenza di attrezzature idonee per la zona classificata
- presenza di materiali assorbenti pronti all'uso e di procedure per la gestione di sversamenti
- presenza di procedure operative SOP
- mantenimento in efficienza dei sistemi di rivelazione gas e vapori automatici
- mantenimento in efficienza degli impianti di aspirazione con pulizia degli stessi con cadenza programmata
- verifiche periodiche degli impianti
- formazione, informazione addestramento del personale specifica in materia di rischio esplosione
- presenza di procedure per lavori a caldo eseguiti in zona classificate o comunque in prossimità di prodotti infiammabili/combustibili

AMBIENTE	DESCRIZIONE SORGENTI DI EMISSIONI INDIVIDUATE	SORGENTE DI EMISSIONE	TIPO DI ZONA ED ESTENSIONE	FATTORE R	FATTORE R'	RISCHIO (R+R')
Locale interno deposito bombole (A01)	Locale interno destinato a deposito e distribuzione gas	SE01	Zona 1 estesa a intero ambiente	0	6	6
Piano primo, laboratori (A02)	Emissione di liquidi infiammabili, gas tecnici infiammabili	SE02	Zona NP	0	8	8

5. CONCLUSIONI:

Per i luoghi con pericolo di esplosione dovuto alla presenza di gas, vapori, nebbie e polveri infiammabili è di fondamentale importanza la classificazione dei luoghi e la scelta delle installazioni, per far sì che gli impianti elettrici abbiano le caratteristiche idonee a renderli sicuri e funzionali in simili atmosfere.

Le fact sheet presenti nella sezione 7 sono importanti linee guida per la redazione di procedure e adeguamenti impiantistici.

5.1. PIANO DEGLI INTERVENTI

Per la prevenzione dei rischi esplosione è stato elaborato il documento "Programma delle misure di miglioramento" che riporta l'elenco degli interventi da attuare in base all'esito della valutazione dei rischi (rif. Allegato 1).

Gli interventi sono elencati in forma tabellare suddivisi per argomenti e per aree di lavoro.

6. PROCEDURE E BUONE PRASSI (FACT SHEET)

6.1. PROCEDURA CONTRO SVERSAMENTI ACCIDENTALI

Contenuto	<p>Nel corso delle normali attività lavorative, a causa della mancata tenuta dei contenitori, della loro rottura o di altri eventi imprevedibili, si può verificare la fuoriuscita accidentale di sostanze pericolose o che possono costituire un pericolo per le persone presenti nel luogo di lavoro.</p> <p>Tali eventi possono produrre effetti diversi a seconda della quantità di prodotto fuoriuscito e delle sue caratteristiche chimico fisiche.</p> <p>I prodotti chimici liquidi dispersi, classificati come pericolosi, possono essere diversificati in prodotti pericolosi per inalazione e/o per contatto e prodotti infiammabili, ovviamente le diverse caratteristiche di pericolosità possono coesistere.</p> <p>Prima di effettuare qualunque intervento di bonifica è indispensabile conoscere la natura del prodotto fuoriuscito al fine di procedere ad una valutazione approssimativa del rischio in ragione delle tipologie e delle quantità. Le informazioni indispensabili a tale valutazione, oltre ad essere acquisite nel corso della formazione e informazione dovuta ai lavoratori che operano con sostanze e miscele pericolose, possono essere verificate sulle schede di sicurezza che devono essere presenti nel luogo di lavoro.</p>
Prima dell'intervento di bonifica	<ul style="list-style-type: none"> • rendere disponibile nei luoghi dove vengono impiegate sostanze e miscele pericolose i kit per le emergenze. I kit devono contenere: materiale adsorbente inerte, paletta per la raccolta del prodotto assorbito, occhiali a visiera EN 166 per la protezione da goccioline, guanti di protezione resistenti ai prodotti fuoriusciti, contenitore adeguato e resistente nel quale riporre l'adsorbente impregnato di prodotto e il materiale monouso utilizzato; • rendere disponibile un facciale filtrante per gas e vapori EN 405 con filtro polivalente (FFABEK1P3) adatto alla protezione dalle sostanze impiegate, avendo cura di verificarne periodicamente la data di scadenza; • accertarsi dell'efficienza dei dispositivi di emergenza (doccia di emergenza, lavaocchi, ecc) ove presenti; • prendere visione delle informazioni di sicurezza riportate sull'etichetta del prodotto (indicazioni di pericolo, consigli di prudenza) e di quelle riportate sulla relativa scheda di sicurezza (DPI da utilizzare, incompatibilità con altre sostanze, modalità di bonifica ecc.)

Durante l'intervento di bonifica	<ul style="list-style-type: none"> • allontanare dalla zona tutto il personale presente • stabilire in base alle caratteristiche del prodotto e ai quantitativi fuoriusciti, nonché alla propria professionalità e formazione, se la bonifica può essere gestita con il kit a disposizione o se sia necessario l'intervento della ditta addetta alla bonifica • nel caso si ritenga di non essere in grado di gestire la situazione determinatasi a causa della fuoriuscita contattare il call center della ditta addetta alle pulizie e ritiro rifiuti. • assicurarsi che nessun estraneo, all'intervento di bonifica, acceda alla zona dello sversamento fino a bonifica avvenuta <p>Nel caso si decida di intervenire con il kit:</p> <ul style="list-style-type: none"> • indossare correttamente i DPI previsti nella scheda di sicurezza e reperibili nel kit verificandone preventivamente lo stato di efficienza, la scadenza e seguendo le indicazioni della nota informativa • indossare il facciale filtrante per gas e vapori; • attivare, ove presenti, i dispositivi di protezione collettiva disponibili verificando il loro corretto funzionamento (es. cappe aspiranti) e aprire le finestre; • per il contenimento e l'assorbimento del prodotto fuoriuscito utilizzare solamente prodotti adsorbenti destinati a tale scopo contenuti nel kit (evitare stracci, segatura, carta) • impiegare il mezzo adsorbente secondo le istruzioni del produttore e la formazione ricevuta • raccogliere il materiale adsorbente impregnato del prodotto pericoloso, manipolandolo con attenzione in quanto i materiali adsorbenti assumono le caratteristiche di pericolosità dei prodotti che hanno assorbito, riducendole solo parzialmente; • evitare l'imbrattamento di altre superfici o oggetti estranei allo sversamento che potrebbero costituire un pericolo se accidentalmente toccati da altri lavoratori o senza dispositivi di protezione individuale
Dopo l'intervento di bonifica	<ul style="list-style-type: none"> • smaltire la sostanza adsorbente utilizzata, e tutto quanto venuto a contatto con la sostanza o il preparato pericoloso, secondo quanto previsto dalle procedure aziendali in materia di rifiuti • procedere alla pulizia dei DPI riutilizzabili e alla loro conservazione secondo le modalità previste dalle note informative e comunque al riparo da prodotti pericolosi procedendo inoltre allo smaltimento dei DPI monouso seguendo l'indicazione delle procedure aziendali in materia di rifiuti • procedere al ripristino del kit utilizzato che dovrà sempre essere disponibile in caso di incidente
Dispositivi di protezione individuale	<p>I DPI che devono essere impiegati nelle varie fasi di manipolazione di sostanze e miscele pericolose sono indicati e descritti nel DVR aziendale e devono essere impiegati secondo i rischi a cui l'operatore è esposto.</p> <p>Per la protezione degli occhi e del viso, per le vie respiratorie, e per le mani fare sempre riferimento alle relative sezioni del catalogo.</p>

DOCUMENTO SULLA PROTEZIONE CONTRO LE ESPLOSIONI

(art. 294, Titolo XI, D. Lgs. 81/08 e s.m.i.)

ALLEGATO 1

PROGRAMMA DELLE MISURE DI MIGLIORAMENTO

<u>EDIZ. N.R</u>	0
<u>REV. N.RO</u>	1
<u>DATA</u>	11/03/2024
<u>SEDE OGGETTO ANALISI</u>	ATS INSUBRIA Via O. Rossi, 9 21100 Varese (VA)
<u>IL TECNICO:</u>	Dr. Chimico Alessandro Franciosi Iscrizione Ordine Interprovinciale dei Chimici e Fisici della Lombardia n. A3536 Iscrizione Elenchi del Ministero dell'Interno di cui all'art. 16 comma 4 del D.Lgs. 139/06 n. MI03536C00069

Indice

1	PREMESSA.....	3
2	PIANO DEGLI INTERVENTI	4
2.1	GENERALE.....	4
2.2	LOCALE DEPOSITO BOMBOLE	4
2.3	LOCALI AD USO LABORATORIO	4

1 PREMESSA

Nel seguente documento viene riportato l'elenco degli interventi da attuare in base all'esito della valutazione dei rischi.

Gli interventi sono elencati in forma tabellare suddivisi per argomenti e per aree di lavoro.

Al momento dell'esecuzione del singolo intervento, verrà indicata la data di esecuzione all'interno dell'apposita casella in quarta colonna e verrà apposta la firma del responsabile dell'attuazione individuato, nonché la firma e la data dell'avvenuto riscontro.

La priorità indicata è correlata ai tempi di realizzazione degli interventi:

Priorità	Tempi
Molto Alta	Azioni correttive indilazionabili
Alta	Azioni correttive necessarie da programmare con urgenza
Media	Azioni correttive e/o migliorative da programmare nel breve medio termine
Bassa	Azioni correttive e/o migliorative da programmare nel lungo termine

2 PIANO DEGLI INTERVENTI

INTERVENTO	PRIORITÀ	PERIODICITÀ / DATA PREVISTA	DATA ESECUZIONE	RESPONSABILE	RISCONTRO DATA E VERIFICATORE
2.1 GENERALE					
Pianificare un riesame periodico della valutazione Atex; aggiornandola ogni qualvolta intervengano modifiche nell'attività o nelle materie prime che possano variare significativamente il tipo o il livello di classificazione delle zone.	MEDIO	ANNUALE/QUADRIENNALE			
Informare e formare i lavoratori sulla prevenzione del rischio incendio ed esplosione	MEDIO	Informazione/formazione: ogni 5 anni secondo programma formazio3ne specifica			
Attuare in base alle situazioni le procedure di lavoro, quali (elenco non esaustivo): <ul style="list-style-type: none">procedura contro sversamenti accidentaliprocedura sostituzione bomboleprocedura smaltimento prodotti chimici pericolosiecc.. dotare inoltre l'attività di apposito kit con materiale assorbente contro sversamenti	MEDIO				
2.2 LOCALE DEPOSITO BOMBOLE					
Al fine di evitare la presenza di sorgenti di innesco, occorre: <ul style="list-style-type: none">rispettare la classificazione condotta, pertanto le apparecchiature in uso devonoessere marcate Ex di categoria adeguata per le zone identificate (vedere classificazione ATEX)Effettuare lavori a caldo (es.: saldatura, taglio, smerigliatura) in presenza di permessi lavoro a caldo.Collegare a terra le parti metalliche degli impianti.Installare adeguate protezioni dalle scariche atmosferiche e dalle cariche elettrostatiche.	MEDIO				
2.3 LOCALI AD USO LABORATORIO					
I requisiti di sicurezza previsti per ambienti di laboratorio secondo la guida CEI 31-35 prescrivono un adeguato numero di ricambi orari (almeno 5), calcolati senza il contributo offerto dall'eventuale presenza di cappe aspiranti; in presenza di emissioni in ambiente, non devono prevedere il ricircolo dell'aria;	MEDIO				