

Comune di PONTENURE
Provincia di PIACENZA



RELAZIONE TECNICA ALLEGATA ALLA DOMANDA DI AUTORIZZAZIONE A CONSERVARE, CUSTODIRE E UTILIZZARE GAS TOSSICO AMMONIACA

Proprietà:
Sede legale:
Sede stabilimento:

Attività oggetto del
documento

VALCOLATTE S.R.L.

Via Firenze n. 16 – Pontenure, Valconasso (PC)

Via Firenze n. 16 – Pontenure, Valconasso (PC)

- SCHEDA di sicurezza
- DESCRIZIONE del locale adibito a deposito ed utilizzo del gas tossico
- DESCRIZIONE dell'impianto di refrigerazione industriale con fluido frigorifero Ammoniaca
- CLASSIFICAZIONE delle aree secondo CEI 31-35
- Elenco del personale patentato con gli estremi delle patenti possedute
- DESCRIZIONE dei mezzi di prevenzione, protezione, rilevazione e abbattimento
- NORME di pronto soccorso
- PROCEDURE di intervento

Allegati:

- Dichiarazione sostitutiva del certificato penale del richiedente
- Dichiarazione del Ing. Luca Milanesi che accetta la direzione tecnica a norma dell'art. 6 comma 4
- Dichiarazione sostitutiva del certificato di laurea del Ing. Luca Milanesi
- Dichiarazione sostitutiva del certificato penale del Ing. Luca Milanesi
- Elaborati grafici
- Certificazioni e dichiarazioni di conformità dell'impianto frigorifero, utilities e sicurezze (a disposizione presso lo stabilimento)

Il Direttore Tecnico
Ing. Luca Milanesi



Luca Milanesi

INDICE E SOMMARIO GENERALE	2
1. SCHEDA INFORMATIVA GENERALE.....	5
1.1 PREMESSE	5
1.2 PRATICA ANTINCENDIO E PRESCRIZIONI	5
2. SCHEDA DI SICUREZZA DELL'AMMONIACA ANIDRA.....	6
2.1 PROPRIETÀ CHIMICO-FISICHE	6
2.2 NATURA DEL PERICOLO	6
2.2.1 REATTIVITÀ	7
2.2.2 INFIAMMABILITÀ.....	8
2.2.3 TOSSICITÀ	8
3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FRIGORIFERO	9
3.1 DESCRIZIONE.....	9
3.2 CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI E DELL'IMPIANTO	16
3.3 CERTIFICAZIONI.....	18
4. CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI CON PERICOLO DI ESPLOSIONE	19
4.1 NORME DI RIFERIMENTO.....	19
4.2 DATI ANALIZZATI.....	19
4.3 CONCLUSIONI	22
4.4 CLASSIFICAZIONE ZONE PERICOLOSE	23
4.5 MISURE ADOTTATE PER RIDURRE IL RISCHIO ESPLOSIONE.....	25
5. PROCEDURE DI SICUREZZA – RISCHIO INCENDIO	26
5.1 VALUTAZIONE DEL RISCHIO INCENDIO	26
5.2 RIDUZIONE DELLA PROBABILITÀ DI INSORGENZA DI UN INCENDIO	27
5.2.1 RIDUZIONE DEGLI EFFETTI DI PROPAGAZIONE DI UN EVENTUALE INCENDIO NEL LOCALE MACCHINE.....	27
5.2.2 ESTINZIONE DELL'INCENDIO	27
6. PROCEDURE DI SICUREZZA – RISCHIO TOSSICITÀ.....	28
6.1 RIDUZIONE DEGLI EFFETTI DI FUGA DI AMMONIACA	28
6.1.1 RILEVATORI AMMONIACA.....	28
6.1.2 VENTILAZIONE FORZATA E ABBATTIMENTO CON IMPIANTO SCRUBBER – C1 CHILLER ACQUA GLICOLATA.....	30
6.1.3 VENTILAZIONE FORZATA – C2 E C3 CHILLER ACQUA GELIDA, STATO ATTUALE.....	32
6.1.4 VENTILAZIONE FORZATA E ABBATTIMENTO CON IMPIANTO SCRUBBER – C2 E C3 CHILLER ACQUA GELIDA DOPO REVAMPING	33

6.1.5	VENTILAZIONE FORZATA E ABBATTIMENTO CON IMPIANTO SCRUBBER – C4 CHILLER ACQUA GELIDA DI FUTURA INSTALLAZIONE.....	35
6.1.6	ABBATTIMENTO AMMONIACA PER INTERVENTO DELLE VALVOLE DI SICUREZZA.....	37
6.1.7	RACCOLTA DELLE ACQUE INQUINATE PER EFFETTO DELL'ABBATTIMENTO DI AMMONIACA.....	40
6.2	RIDUZIONE DEL RISCHIO DI FUGA AMMONIACA PER IMPATTO, DOLO E FURTO	41
7.	VALUTAZIONE DEL RILASCIO IN ATMOSFERA DI AMMONIACA.....	42
7.1	ESITI.....	43
7.2	CONCLUSIONI	44
7.3	MISURE ADOTTATE PER RIDURRE IL RISCHIO DI RILASCIO ACCIDENTALE DI AMMONIACA	46
8.	VALUTAZIONE RISCHIO CHIMICO.....	47
8.1	ESITI.....	47
9.	PROCEDURE DI SICUREZZA – GESTIONE DEL GAS TOSSICO AMMONIACA.....	48
9.1	GESTIONE DELLA SICUREZZA	48
9.2	PERSONALE PATENTATO.....	48
9.3	MEZZI DI PROTEZIONE.....	48
9.4	PROCEDURE DI VESTIZIONE	51
9.5	NOTA SULLA DETENZIONE E MANIPOLAZIONE	51
9.6	FORMAZIONE E INFORMAZIONE DEL PERSONALE E PROCEDURE DI EMERGENZA.....	51
10.	PROCEDURE DI MANUTENZIONE DEI SISTEMI DI SICUREZZA	52
11.	PROCEDURA PER OPERAZIONI ORDINARIE.....	54
12.	PROCEDURA DI INTERVENTO DI EMERGENZA	54
12.1	SORGENTI DI EMISSIONE.....	54
12.2	IDENTIFICAZIONE DELLA SORGENTE DI EMISSIONE.....	55
12.3	PROCEDURA DI CONTENIMENTO DELL'EMISSIONE	55
12.4	FUGA DI AMMONIACA.....	56
12.5	INCENDIO.....	56
12.6	PROCEDURA DI CARICO DELL'AMMONIACA	56
13.	PROCEDURE DI PRIMO SOCCORSO	58
13.1.1	INALAZIONE.....	58
13.1.2	CONTATTO CON LA PELLE E CON GLI OCCHI.....	58
13.1.3	INGESTIONE.....	58
14.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	59
15.	LAYOUT DI RIFERIMENTO	59

16. VALUTAZIONE DEL RISCHIO ATEX PER LA PRESENZA DI GAS, VAPORI O NEBBIE INFIAMMABILI IN SALA MACCHINE	60
16.1 PREMESSA	60
16.2 VALUTAZIONE	60
16.3 CALCOLO ATEX GAS	66
16.4 MISURE ADOTTATE	83
16.5 ESITO DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO	85
16.6 RIEPILOGO CLASSIFICAZIONE LUOGHI CON PERICOLO DI ESPLOSIONE	86
16.7 SEGNALETICA DI SICUREZZA	89
17. RELAZIONE DI VALUTAZIONE DEL RILASCIO IN ATMOSFERA DI AMMONIACA	92
17.1 PREMESSA	92
17.2 METODOLOGIA	92
17.3 APPLICAZIONE CASO IN ESAME	93
17.3.1 INDIVIDUAZIONE DEGLI SCENARI INCIDENTALI	94
17.4 RISULTATI	98
17.4.1 SCENARIO SIMULATO CHILLER C1	99
17.4.2 SCENARIO SIMULATO CHILLER C2 E C3	103
17.4.3 SCENARIO SIMULATO CHILLER C4	107
17.4.4 ESITI	111
17.5 CONCLUSIONI	114
17.6 MISURE ADOTTATE PER RIDURRE IL RISCHIO DI RILASCIO ACCIDENTALE DI AMMONIACA	115
18. RELAZIONE VALUTAZIONE RISCHIO CHIMICO PER ESPOSIZIONE AL GAS TOSSICO AMMONIACA	116
18.1 PREMESSA	116
18.2 METODOLOGIA	116
18.3 APPLICAZIONE CASO IN ESAME E RISULTATI	121
18.3.1 SCENARIO 1	121
18.3.2 SCENARIO 2	123

DOCUMENTAZIONE TECNICA ALLEGATA ALLA DOMANDA DI AUTORIZZAZIONE A CONSERVARE, CUSTODIRE E UTILIZZARE GAS TOSSICO AMMONIACA

(R.D. 9.1.1927 N. 147 e successive integrazioni e modifiche)

Comune di Pontenure e

p.c. ASL Piacenza

1. SCHEDA INFORMATIVA GENERALE

1.1 PREMESSE

La Soc. **Valcolatte S.r.l.** è una Azienda che opera nel settore caseario.

L'Azienda intende installare un nuovo chiller (C1) ad Ammoniaca (272 kg) da utilizzarsi per la refrigerazione di una soluzione di acqua glicolata.

Allo stato attuale sono presenti di n.2 chiller (C2 e C3) a bassa carica (34 kg cad.) per la refrigerazione di acqua gelida.

Entro la fine di settembre 2025, inoltre, verrà installato un ulteriore chiller (C4) ad Ammoniaca (300 kg) da utilizzarsi per la refrigerazione di acqua gelida, che verrà posizionato in copertura ad un edificio di nuova costruzione.

A seguire, entro la fine di dicembre 2025, gli attuali chiller per l'acqua gelida (C2 e C3) verranno sottoposti a revamping con conseguente aumento di carica (fino a 290 kg cad.) e collocati in copertura allo stesso edificio.

Alla situazione attuale, l'Azienda non è in possesso di Autorizzazione alla Detenzione del Gas Tossico Ammoniaca per lo Stabilimento, in quanto la carica di Ammoniaca prevista dai chiller a bassa carica esistenti è inferiore a quella minima prevista dalla tabella del D.M. 06/02/1935 per gli impianti di refrigerazione, pari a 75 kg.

Scopo della presente relazione è quella di fornire le informazioni necessarie alla redazione della pratica VVF e, mediante lo sviluppo di ulteriori dettagli, richiedere l'Autorizzazione alla Detenzione del Gas Tossico Ammoniaca per il quantitativo totale di **1.152 kg** (272+300+290+290) di AMMONIACA come fluido frigorigeno per l'impianto di refrigerazione industriale.

La presente relazione intende mettere in luce tutti gli aspetti legati alla prevenzione e protezione dai rischi connessi alla detenzione ed utilizzo del gas tossico **AMMONIACA** come fluido frigorigeno dell'impianto di refrigerazione industriale.

Gli argomenti verranno trattati separatamente e saranno specificate le soluzioni, esplicitando la strategia adottata dall'azienda al fine di raccogliere le Vs. osservazioni e suggerimenti per ottimizzarla.

1.2 PRATICA ANTINCENDIO E PRESCRIZIONI

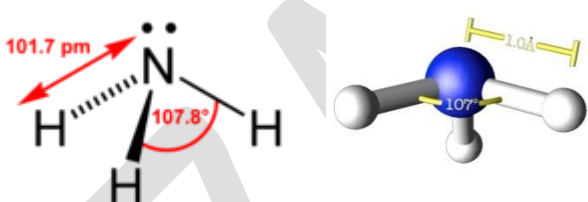
Sarà redatta, a cura di un professionista abilitato, Per. Ind. Andrea Malta, la relazione relativa agli adeguamenti antincendio che sono stati pianificati dall'azienda al fine di poter richiedere la visita di sopralluogo per il rilascio del C.P.I..

La valutazione dei sistemi di sicurezza in adozione relativamente all'ampliamento dell'impianto di refrigerazione industriale è stata redatta con l'ausilio del Comando Prov.le dei V.V.F. di Piacenza.

2. SCHEDA DI SICUREZZA DELL'AMMONIACA ANIDRA

N.CAS	7664-41-7
N.CEE	007-001-00-5
n. EC	231-635-3
n. ONU	1005

2.1 PROPRIETÀ CHIMICO-FISICHE





Gas incolore, più leggero dell'aria, di odore irritante e pungente, poco infiammabile, tossico.	
Formula bruta	NH ₃
Formula di struttura	
Peso molecolare	17,03 g/mol
Densità relativa, gas (aria=1)	0,6 kg/m ³
Peso specifico, liquido (H ₂ O=1)	0,7
Punto di ebollizione	-33°C
Temperatura critica	132,4°C
Pressione critica	112,3 bar
Punto di fusione	-77,7°C
Calore latente di vaporizzazione (25°C)	278,66 kcal/kg
Temperatura di autoaccensione (c.n.)	651°C
Limiti del campo di infiammabilità (c.n.)	16%-25%
Tensione di vapore a 20°C	8,6 bar
Tensione di vapore a 50°C	20 bar
La solubilità in acqua è molto elevata: un chilo di acqua a pressione atmosferica e a 20°C scioglie 531 g di Ammoniaca; è solubile in molti altri solventi organici e minerali.	

2.2 NATURA DEL PERICOLO

Classificazione secondo il Regolamento (CE) 1272/2008 (CLP)

Tipologia di pericolo	Codice	Significato
Pericoli fisici	H221	Gas infiammabile, categoria 2
	H280	Gas sotto pressione: gas liquefatto
Pericoli per la salute	H331	Tossicità acuta (inalazione gas) Categoria 3
	H314	Corrosione/irritazione cutanea, Categoria 1B
	H318	Gravi lesioni oculari/irritazione oculare, categoria 1
Pericoli per l'ambiente	H400	Pericoloso per l'ambiente acquatico – Pericolo acuto, Categoria 1

Etichettatura secondo il Regolamento (CE) 1272/2008 (CLP)





Pittogramma	Significato
	Tossico se inalato
	Molto tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata Tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata
	Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari
	Contiene gas sotto pressione; può esplodere se riscaldato

Harmonised classification - Annex VI of Regulation (EC) No 1272/2008 (CLP Regulation)

General Information

Index Number	EC Number	CAS Number	International Chemical Identification
007-001-00-5	231-635-3	7664-41-7	ammonia, anhydrous

ATP Inserted / Updated: CLP00
CLP Classification (Table 3.1)

Classification			Labelling		Specific Concentration limits, M-Factors	Notes
Hazard Class and Category Code(s)	Hazard Statement Code(s)	Hazard Statement Code(s)	Supplementary Hazard Statement Code(s)	Pictograms, Signal Word Code(s)		
Press.Gas				GHS06 GHS09 GHS05 GHS04 Dgr		Note 1
Flam. Gas 2	H221	H221				
Skin Corr. 1B	H314	H314				
Acute Tox. 3 *	H331	H331				
Aquatic Acute 1	H400	H400				
Signal Words	Pictograms					
Danger						
	Skull and crossbones					
Danger						
	Environment					
Danger						
	Corrosion					
Danger						
	Gas cylinder					

Estratto della tabella di classificazione dell'Ammoniaca anidra (tratto da <http://echa.europa.eu>)

2.2.1 Reattività

A contatto con Mercurio, Cloro, Iodio, Bromo, Calcio, Ossido di Argento, Ipoclorito e agenti ossidanti in genere può formare composti esplosivi. Reazioni esplosive possono formarsi con Anidride Acetica, Acido Ipocloroso, Esacianoferrato di Potassio.

Allo stato anidro, è poco corrosiva; in presenza di umidità è corrosiva con il Rame e sue leghe, l'Alluminio, il Nickel e il Monel.

La reazione con acidi e acqua genera calore.

Reagisce con l'acqua formando composti alcalini corrosivi.

Può reagire violentemente con gli acidi.

Per informazioni aggiuntive sulla compatibilità dei materiali, consultare la Norma ISO 11114.

2.2.2 Infiammabilità

È classificata come fluido infiammabile ma:

- per la sua elevata temperatura di infiammabilità
- i limiti ristretti del campo di infiammabilità
- l'elevato valore del limite inferiore di infiammabilità
- la minore densità rispetto all'aria
- l'elevata velocità di diffusione nell'aria

non costituisce un particolare pericolo alla formazione di miscela esplosiva con l'aria.

2.2.3 Tossicità

Gas SOFFOCANTE, altamente IRRITANTE per gli occhi, le vie respiratorie e le mucose.

L'inalazione di grandi quantità porta a broncospasmi, edema alla laringe e alla formazione di pseudomembrane.

Venendo a contatto con le mucose forma idrato di ammonio (molto caustico) che agisce sulle proteine delle cellule alterandole e provocandone la necrosi.

L'Ammoniaca liquefatta, a contatto con i tessuti dell'organismo, provoca USTIONI GRAVI e CAUSTICAZIONI (lesioni dei tessuti).

Vaporizza rapidamente e provoca gravi ustioni della pelle per l'EFFETTO CONGELANTE e lesioni per l'azione CAUSTICA del prodotto (caustica sostanza che intacca, corrode i tessuti).

Secondo il D.M. 26 febbraio 2004, la concentrazione massima ammissibile nei luoghi di lavoro con esposizione di 8 ore/g per 5 giorni/settimana è di 25 ppm in volume nell'aria. La concentrazione limite per brevi esposizioni è di 50 ppm.

Riporto nel seguito una tabella riassuntiva degli effetti a varie concentrazioni.

Concentrazione in ppm	effetti fisiologici	tempo di esposizione
5	percezione odore	---
25	nessun danno persone	limite max tollerabile 8 ore/g
25÷50	odore percettibile dalla maggior parte delle persone	esp. prolungata e ripetuta, non provoca danni
50÷100	leggera irritazione occhi e vie respiratorie	esp. prolungata e ripetuta, provoca leggeri disturbi
150÷200	irritazione occhi e vie respiratorie	danni modesti per brevi esposizioni
400÷700	grave irritazione occhi, naso, gola e polmoni	brevi esposizioni provocano disturbi modesta entità
1.700	tosse convulsa, spasmi bronchiali	esposizione non sopportabile neanche per breve tempo
2.000÷3.000	gravi danni organismo	letale dopo 30 minuti
5.000÷10.000	edema polmonare, rapida asfissia	morte in brevissimo tempo
10.000	morte immediata	

3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FRIGORIFERO

3.1 DESCRIZIONE

L'Azienda intende installare, entro la fine dell'anno 2024:

- C1: nuovo chiller ad Ammoniaca (272 kg) da utilizzarsi per la refrigerazione di una soluzione di acqua glicolata.

Allo stato attuale sono presenti:

- C2: chiller a bassa carica (34 kg) per la refrigerazione di acqua gelida;
- C3: chiller a bassa carica (34 kg) per la refrigerazione di acqua gelida.

Entro la fine di settembre 2025, inoltre, verrà installato:

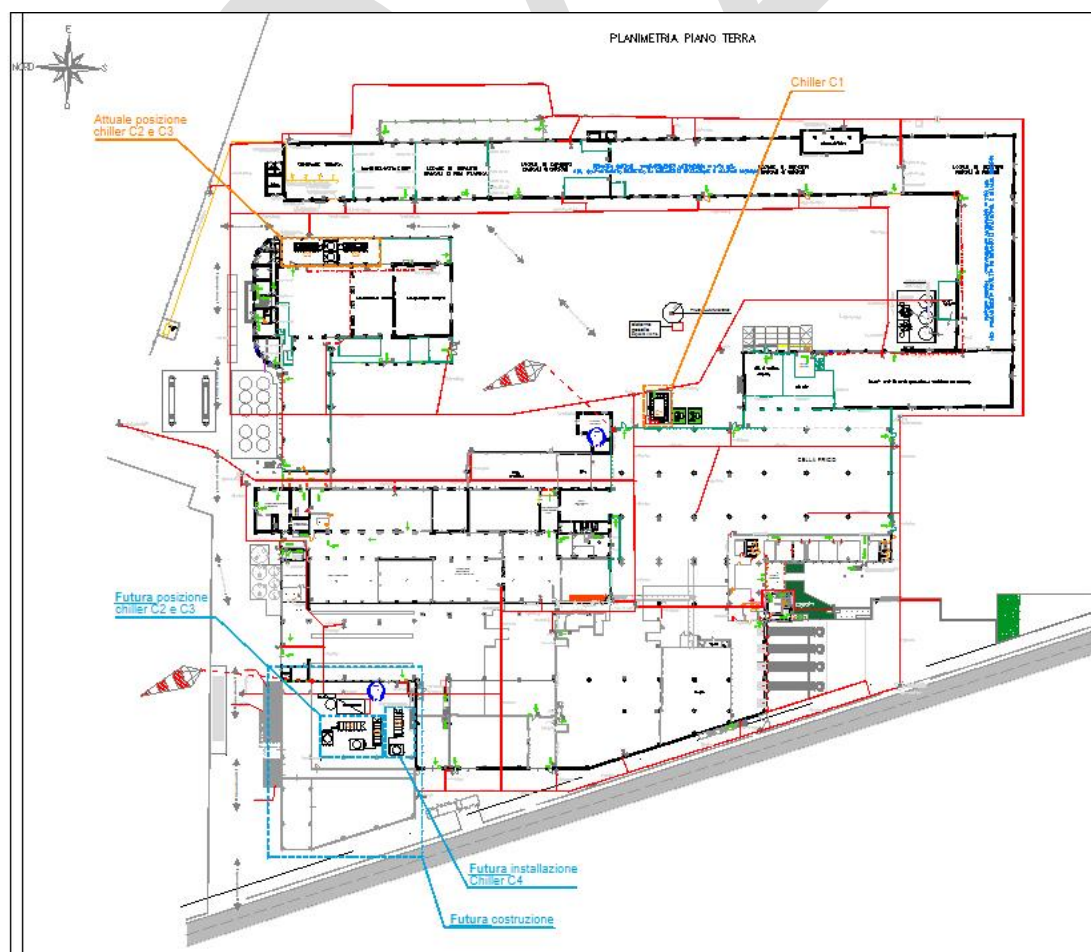
- C4, un terzo chiller ad Ammoniaca (300 kg) da utilizzarsi per la refrigerazione di acqua gelida, che verrà posizionato in copertura ad un edificio di nuova costruzione.

A seguire, entro la fine di dicembre 2025:

- C2 e C3, gli attuali chiller per l'acqua gelida, verranno sottoposti a revamping con aumento di carica (fino a 290 kg cad.) e collocati in copertura allo stesso edificio di C4.

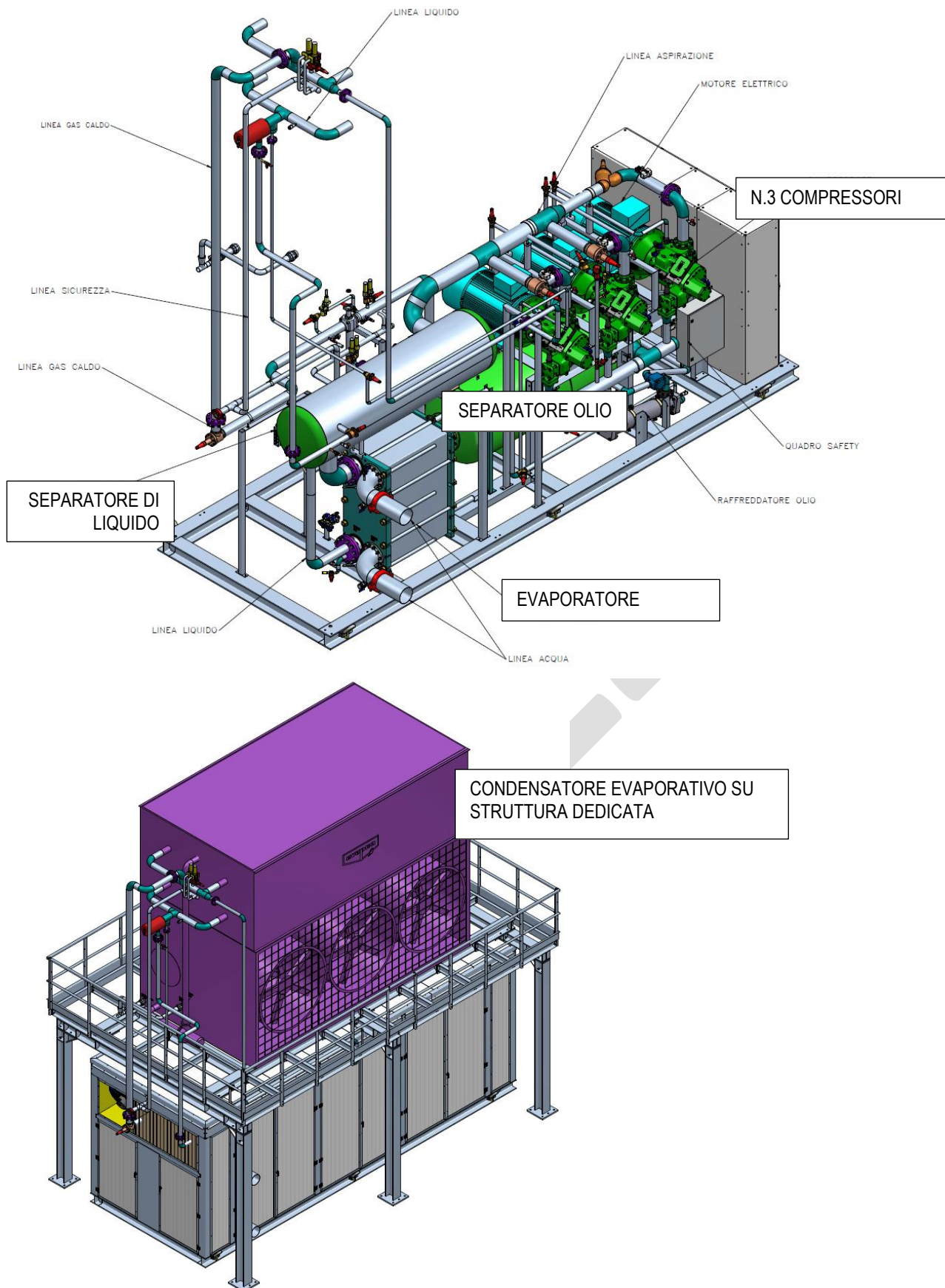
L'Ammoniaca (NH_3) nel chiller di nuova installazione C1 sarà utilizzata in circuito chiuso ad una temperatura compresa tra quella di evaporazione a -12°C e quella di condensazione a $+35^\circ\text{C}$ per il raffreddamento di glicole a -8°C .

L'Ammoniaca (NH_3) nel chiller di nuova installazione C4 sarà utilizzata, come per C2 e C3, in circuito chiuso ad una temperatura compresa tra quella di evaporazione a -1°C e quella di condensazione a $+35^\circ\text{C}$ per il raffreddamento di acqua a $+1^\circ\text{C}$.

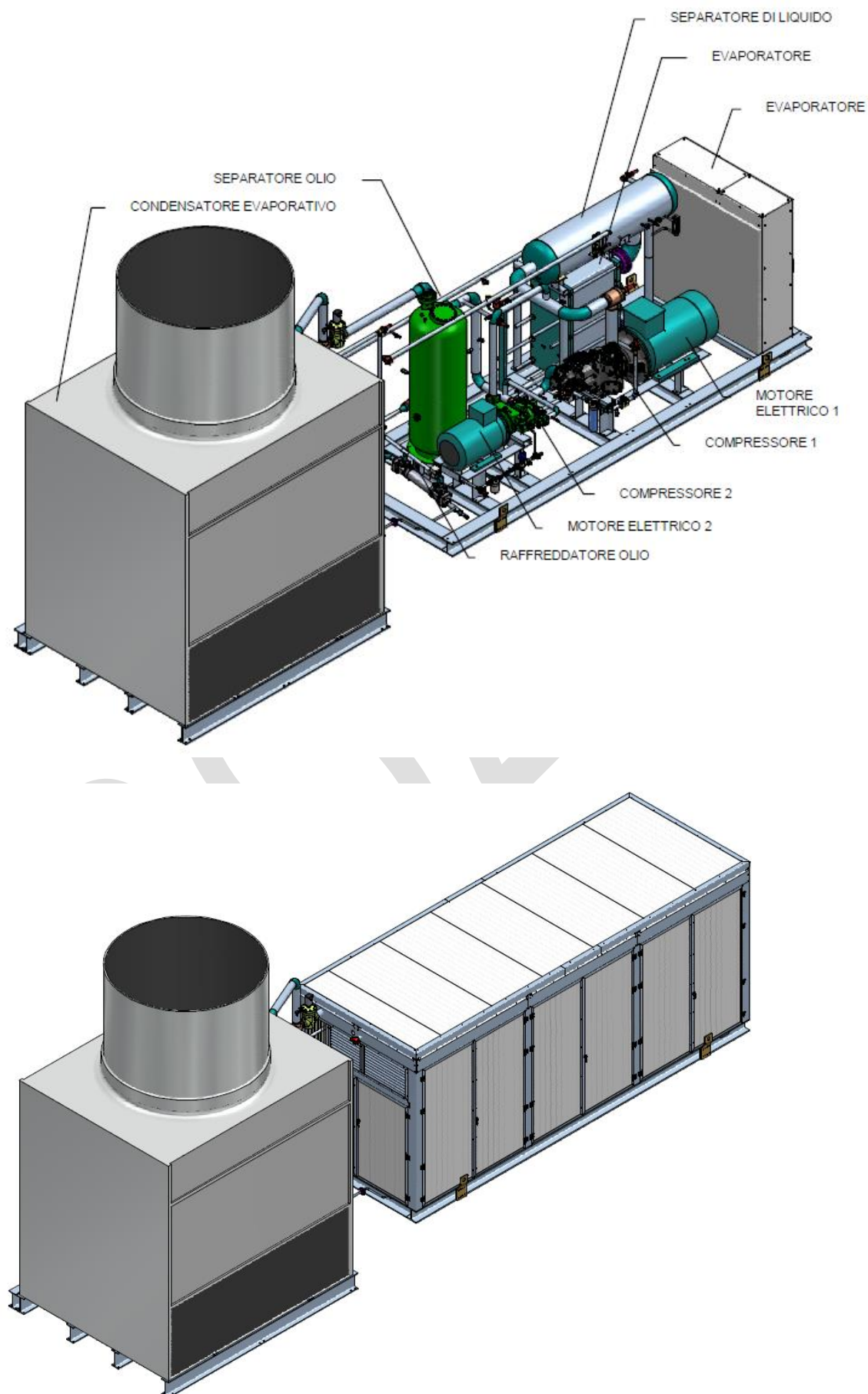


Planimetria dello stabilimento con individuata la posizione della sale macchine

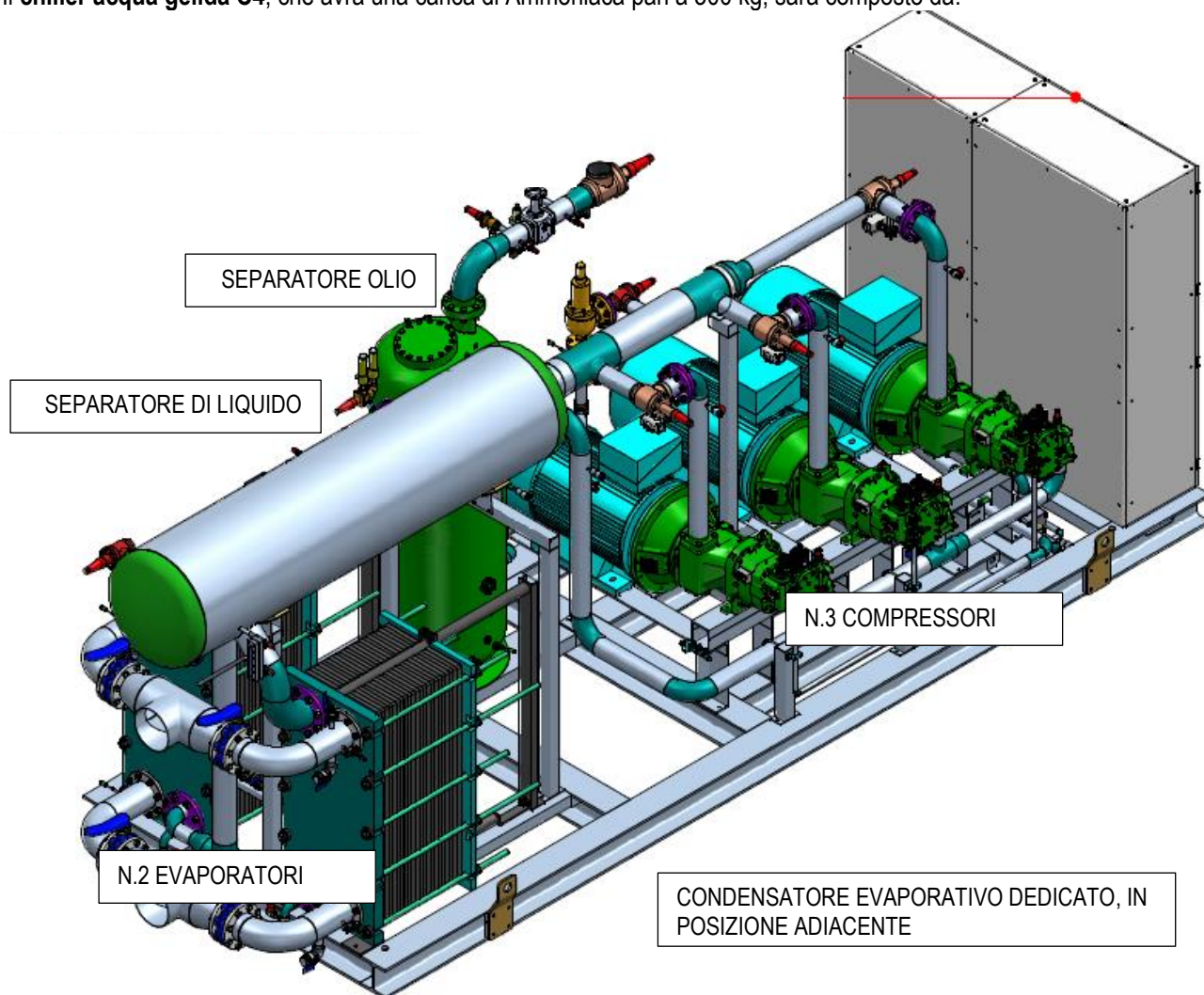
Il chiller acqua glicolata C1, che avrà una carica di Ammoniaca pari a 272 kg, sarà composto da:



I chiller esistenti C2 e C3, per i quali la carica di Ammoniaca attuale è pari a 34 kg cad., sono composti ciascuno da:



Il **chiller acqua gelida C4**, che avrà una carica di Ammoniaca pari a 300 kg, sarà composto da:



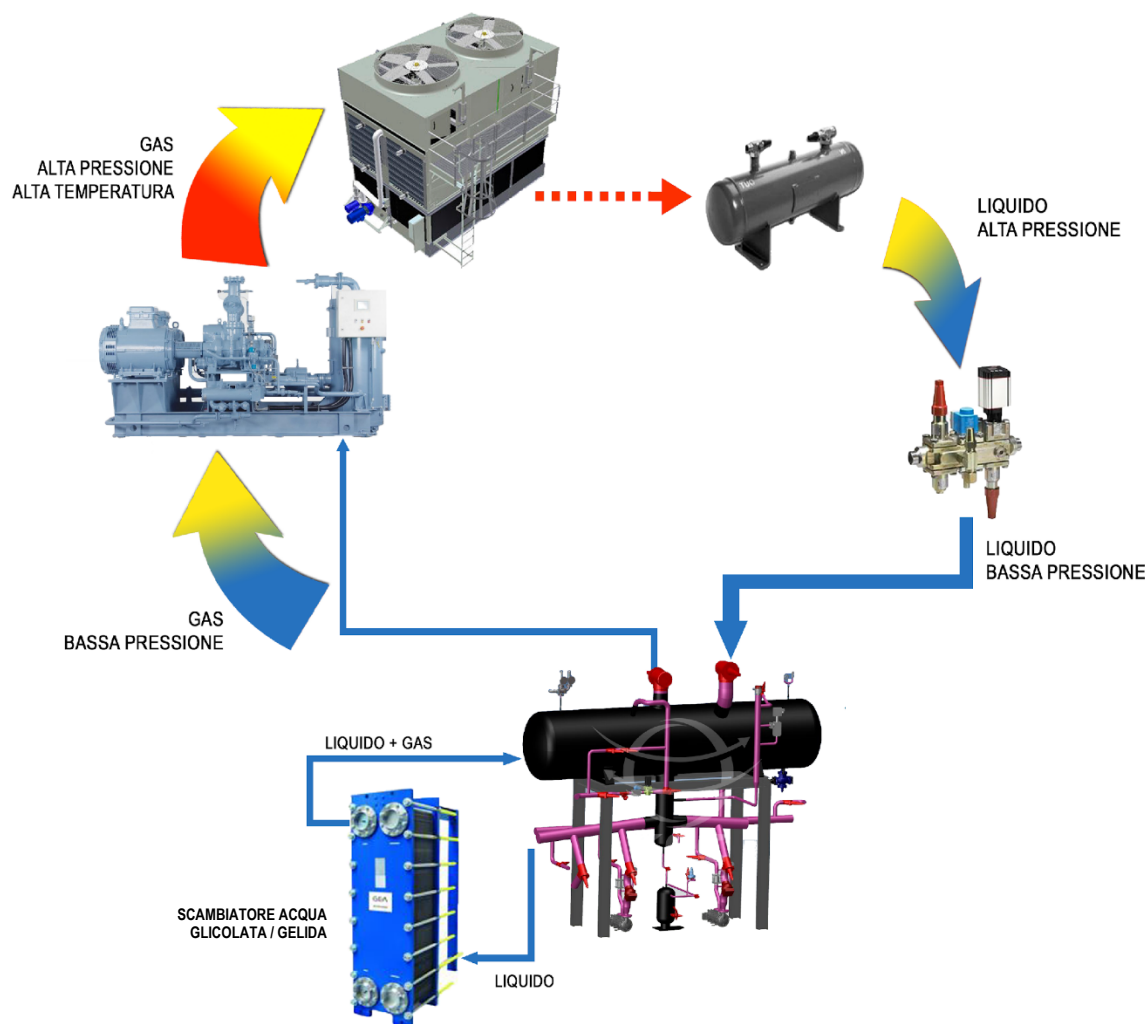
Descrizione del ciclo frigorifero

I chiller sono costituiti da un circuito frigorifero in cui i compressori aspirano il gas in bassa pressione dal separatore liquido/gas, che alimenta gli scambiatori a piastre per il raffreddamento di acqua gelida o glicolata e lo comprimono fino al valore previsto di alta pressione nel condensatore evaporativo. In quest'ultimo, il vapore di Ammoniaca condensa cedendo calore all'aria e all'acqua che lambiscono esternamente la batteria di scambio.

L'Ammoniaca liquida fluisce quindi per differenza di pressione nel separatore liquido/gas subendo un effetto di laminazione, con diminuzione della pressione da quella di condensazione a quella di evaporazione. La laminazione è eseguita da una valvola dedicata che esercita la doppia funzione di regolare il livello di Ammoniaca nel separatore e diminuire la pressione secondo la legge di Boyle.

All'interno dello scambiatore avviene la fase utile del ciclo frigorifero: l'Ammoniaca liquida in bassa pressione e bassa temperatura alimenta gli evaporatori permettendo il trasferimento di calore dal fluido secondario all' Ammoniaca stessa che eseguirà un passaggio di stato alla fase gas, ritornando al separatore.

Gli scambiatori a piastre per il raffreddamento di acqua gelida o glicolata sono alimentati dal separatore liquido/gas in circolazione naturale (alimentazione a gravità).

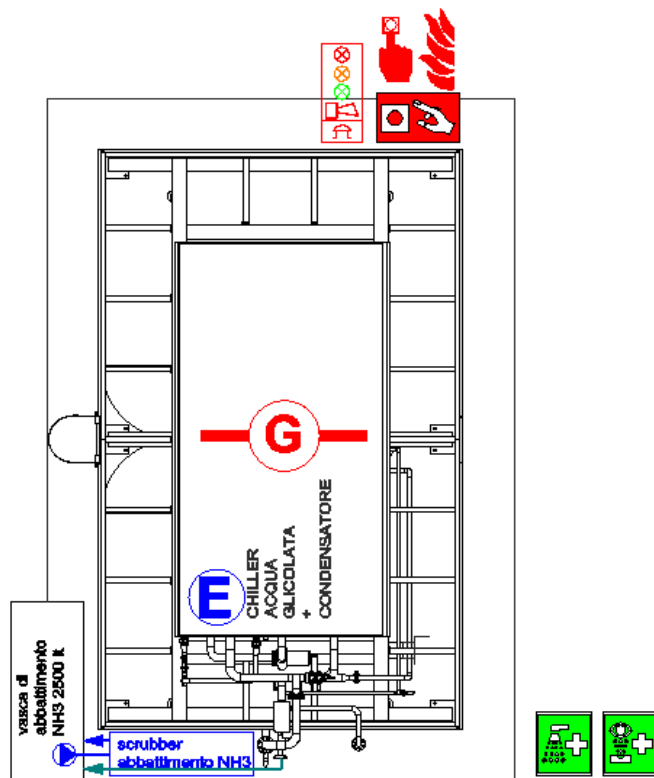


Schema ciclo frigorifero

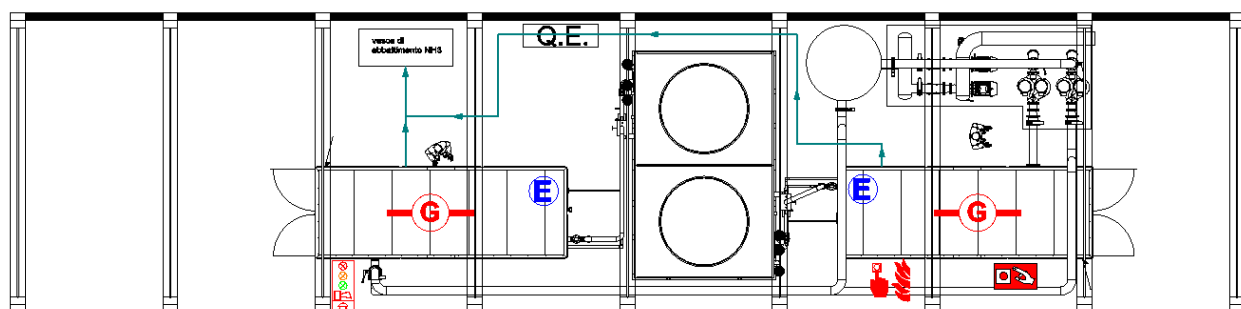
DATI DI PROGETTO – Chiller acqua glicolata C1	
AP	alta pressione (12 bar)
BP	bassa pressione (1,73 bar)
AT	alta temperatura (60°C)
BT	bassa temperatura (-12°C)
TA	temperatura ambiente (+35°C)

DATI DI PROGETTO – Chiller acqua gelida C2, C3 e C4	
AP	alta pressione (12 bar)
BP	bassa pressione (3 bar)
AT	alta temperatura (60°C)
BT	bassa temperatura (-1,1°C)
TA	temperatura ambiente (+35°C)

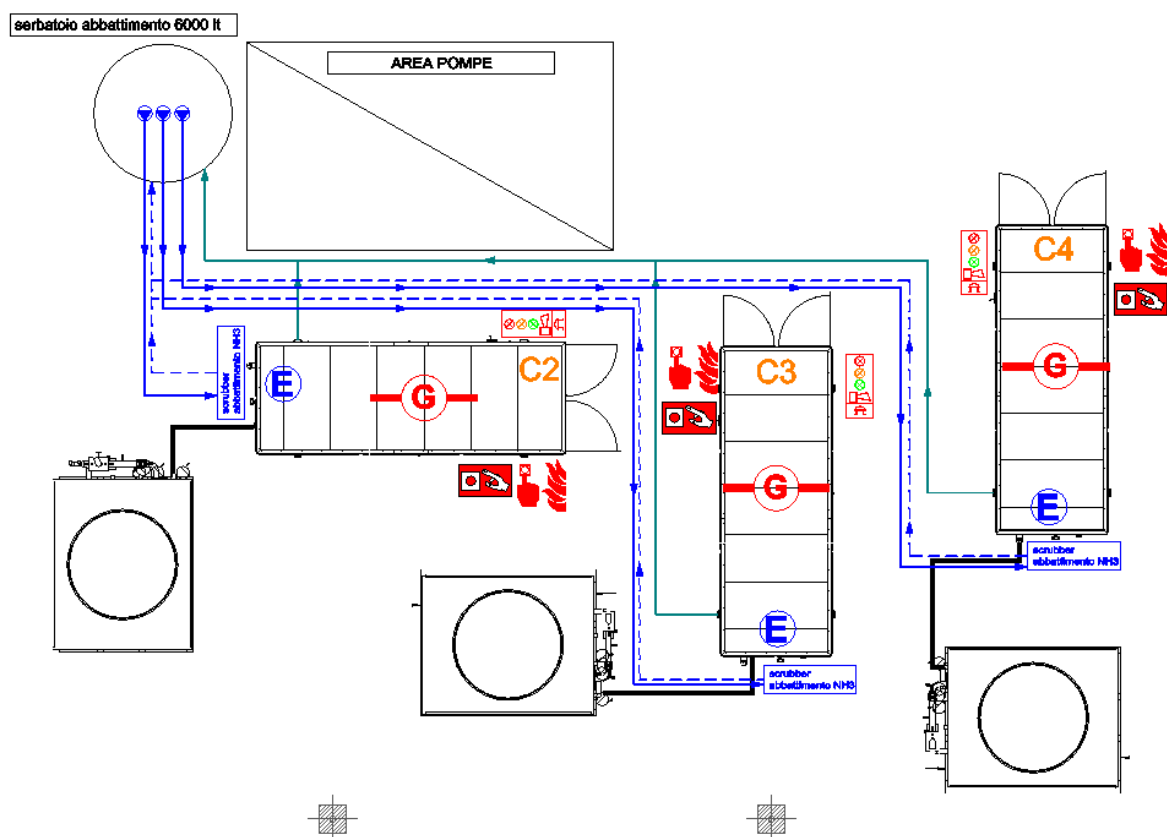
L'estensione delle procedure di sicurezza riguarda tutto l'impianto e queste vengono mantenute sotto controllo programmato dalla Direzione Tecnica e dagli operatori addetti.



Chiller C1, indicazione sistemi di sicurezza NH_3



Chiller C2 e C3, in posizione attuale, indicazione sistemi di sicurezza NH_3



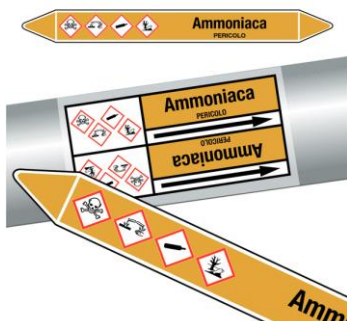
Chiller C2, C3 e C4, **futura installazione**, indicazione sistemi di sicurezza NH₃

L'estensione delle procedure di sicurezza riguarda tutto l'impianto e queste vengono mantenute sotto controllo programmato dalla Direzione Tecnica e dagli operatori addetti.

3.2 CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI E DELL'IMPIANTO

Ad ultimazione dei lavori, l'intero circuito Ammoniaca verrà sottoposto ad una prova di pressione secondo la normativa PED e s.m.i. (Direttiva Europea 2014/68/UE, recepita in Italia con D.Lgs. 26/2016) al fine di assicurarne l'ermeticità. Tutti i dispositivi di sicurezza installati dal costruttore hanno lo scopo di proteggere e intercettare ogni parte dell'impianto in modo che ogni fase del processo frigorifero di compressione, condensazione, espansione e raffreddamento siano perfettamente separate e protette da valvole di sicurezza al fine di rendere estremamente sicuro e affidabile l'impianto.

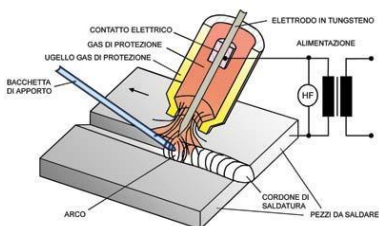
Tubazioni



Tutte le tubazioni contenenti il fluido frigorifero Ammoniaca sono in acciaio al carbonio senza saldatura di tipo ASTM A 106 Gr.B schedula 40, per temperature del fluido superiori a -10°C , e in acciaio ASTM A 333 Gr.6 schedula 40, per temperature inferiori a -10°C .

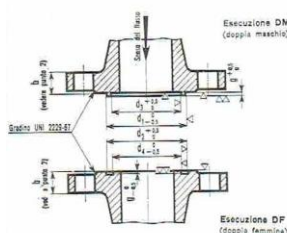
Le tubazioni saranno identificate con fasce di colorazione giallo ocra, come indicato dalla norma UNI 5634-97.

Saldature



Tutte le connessioni dell'impianto sono saldate e le saldature saranno eseguite da operatori abilitati IIS secondo WPS dichiarate e a norma. Ad ultimazione dei lavori, l'adeguamento sarà sottoposto ad ulteriore iter di collaudo e certificazione secondo D.E. 2014/68/UE e posto in servizio secondo il D. M. 329/04.

Flange



Le flange di raccordo tra le tubazioni saldate e i componenti, presenti in minima quantità, saranno conformi alla specifica normativa con sistema di tenuta a gradino e guarnizione spirometallica.

Scarico Valvole di sicurezza

Saranno convogliate in tubazioni metalliche in acciaio saldate e confluiranno tramite un collettore in una vasca di abbattimento, dove potrà avvenire il gorgogliamento dell'Ammoniaca eventualmente espulsa. Tale vasca, per il chiller di nuova installazione avrà un volume minimo di $1,81\text{ m}^3$ (per 272 kg di Ammoniaca), capacità superiore a quella minima necessaria per l'abbattimento dell'Ammoniaca in acqua (acqua pari a minimo 5 volte il peso dell'Ammoniaca), quindi in grado di garantire che la concentrazione che si potrebbe formare per il totale svuotamento dell'Ammoniaca possieda una tensione di vapore non infiammabile (soluzione $\text{H}_2\text{O} - \text{NH}_3 < 30\%$).

Per i chiller esistenti, è già presente una vasca un volume minimo di $0,46\text{ m}^3$ (per 68 kg di Ammoniaca), che rispetta gli stessi criteri.

Dopo l'intervento del 2025, per i chiller C2, C3 e C4 sarà presente un'unica vasca di abbattimento del volume di 6 m^3 .

Valvole di intercettazione

Le valvole di intercettazione sono connesse alle tubazioni mediante saldatura, sono del tipo a tenuta speciale, con cappellotto di copertura sullo stelo e sulla tenuta. In bassa pressione, sono protette da coibentazione.

Valvole di laminazione

Le valvole di laminazione sono connesse alle tubazioni mediante flange e sono del tipo a tenuta speciale sullo stelo e guarnizione spirometallica.

Tenuta degli organi meccanici

Il sistema di tenuta dei compressori è con pressurizzazione ad oliodinamico e conforme all'utilizzo con Ammoniaca alle condizioni di progetto.

3.3 CERTIFICAZIONI

La costruzione dell'impianto è eseguita in conformità alle leggi nazionali, in particolare saranno rese disponibili le seguenti certificazioni:

- Di.Co. secondo D.M. 37/08 degli impianti elettrici e meccanici
- Di.Co. secondo D.M. 37/08 degli impianti di sicurezza composti da:
 - rilevazione/rivelazione gas tossico
 - rilevazione/rivelatore fumo/calore
 - impianti elettrici ATEX
 - illuminazione di emergenza ATEX
 - scrubber
 - attivazione pompe scrubber
 - linea preferenziale
 - sganci EE
 - pulsanti di emergenza
 - allarmi antintrusione
- Certificazione CE PED delle apparecchiature in pressione
- Certificazione CE dello scrubber
- Certificazione sismica delle strutture secondo NTC 2018
- Certificazione VVF di strutture e compartimentazioni
- Certificazione VVF degli impianti di sicurezza antincendio composti da:
 - impianto di rilevazione/rivelatore fumo/calore
 - impianto di sgancio EE
 - pulsante allarme incendio
- Collaudo in pressione secondo normativa 2014-68-UE PED e UNI EN 378 (contenuto del fascicolo tecnico CE)
- Prova di tenuta a vuoto secondo UNI EN 378 (contenuto del fascicolo tecnico CE)
- Collaudo funzionale degli impianti elettrici di bordo macchina secondo UNI EN 378 (contenuto del fascicolo tecnico CE)
- Verifica e collaudo funzionale dei sistemi di sicurezza in adozione all'impianto di refrigerazione industriale con fluido frigorigeno Ammoniaca a firma del Dir. Tecnico gas tossici

Tutta la documentazione sopra elencata sarà disponibile presso l'impianto in sede di sopralluogo, salvo diverse indicazioni da parte della Commissione gas tossici.

4. CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI CON PERICOLO DI ESPLOSIONE

NOTA IMPORTANTE: per una lettura più agevole del presente documento, nel seguente capitolo vengono riportati solamente i dati di base e le conclusioni della Relazione ATEX. La relazione, completa di dati dettagliati e calcoli, è disponibile al Capitolo 16.

4.1 NORME DI RIFERIMENTO

- -CEI-EN 60079-10-1 (CEI 31-87) - Anno 2023: Parte 10-1 "Classificazione dei luoghi. Atmosfere esplosive per la presenza di gas"
- -CEI 31-35 Fascicolo 11796 - Anno 2012 –Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione della Norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87)

4.2 DATI ANALIZZATI

La trattazione seguente è finalizzata ad individuare la possibilità di insorgenza di aree esplosive e, perciò, all'adozione di opportuni sistemi di prevenzione.

Evento preso in esame come causa d'insorgenza di zone con pericolo di esplosione (art. 3.4.4 CEI-EN 60079-10-1:2023-10):

- **emissione di grado secondo**, emissione che non è prevista avvenire nel funzionamento normale e, se essa avviene, è probabile accada solo poco frequentemente e per brevi periodi

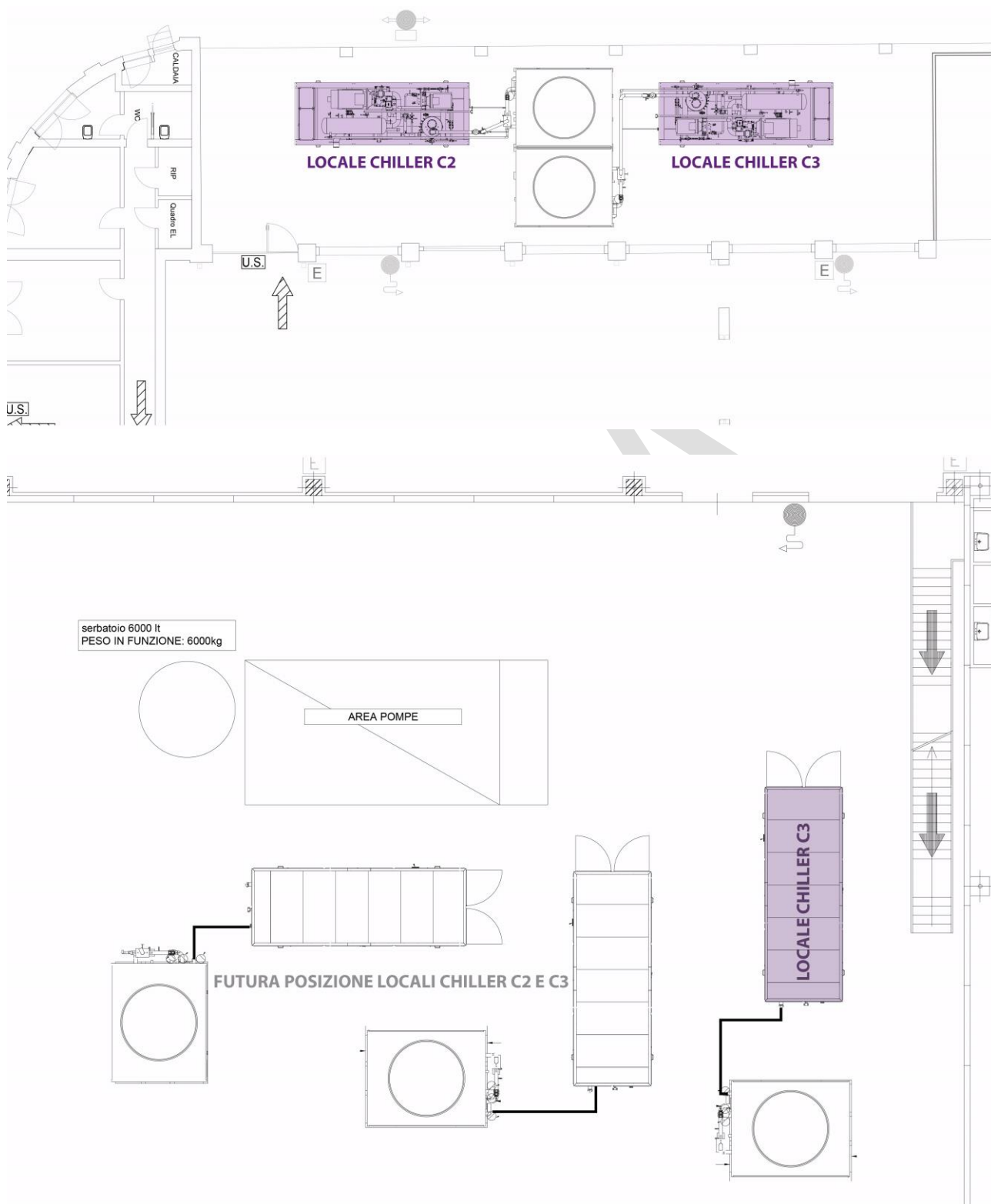
Ambienti oggetto della classificazione:

- Locale indicato in planimetria come Locale Chiller C1, di 76,80 m³ di volume



Individuazione locali oggetto della classificazione.

- Locali indicati in planimetria come Locale Chiller C2, Locale Chiller C3 e Locale Chiller C4, di 47,05 m³ di volume ciascuno



Individuazione locali di **futura installazione** oggetto della classificazione.

Sorgenti di emissione individuate (SE), definite sorgenti di **emissione di secondo grado** dalla norma CEI 31-87 (possono dar luogo ad una emissione che non è prevista durante il funzionamento normale e che se avviene, è possibile solo poco frequentemente e per brevi periodi):

- tenuta compressori
- flange spirometalliche su circuito AP
- flange spirometalliche su circuito BP
- valvole di laminazione
- derivazioni per strumenti di misura AP e BP

- in sede di classificazione sono state trascurate le emissioni strutturali dai componenti del sistema, in quanto si è ritenuto non fossero generalmente tali da formare al loro intorno una atmosfera esplosiva di estensione significativa

Area del foro di emissione, assunta secondo la norma CEI EN 60079-10-1:2016-11 per lo specifico tipo di SE:

1. 1 mm² per compressori
2. 0,25 mm² per flange con guarnizioni spirometalliche
3. 0,25 mm² per valvole di piccole dimensioni (DN≤150)
4. 0,1 mm² piccole derivazioni strumenti misura

Modalità di emissione:

- Modalità "Emissione di gas o vapore ad alta pressione", assunta per emissioni di gas ad alta pressione e alta temperatura
- Modalità "Emissione di liquido che evapora completamente nell'emissione", assunta per emissioni di gas che deriva dall'evaporazione del liquido

Ventilazione forzata

Non in funzionamento continuo, attiva al raggiungimento della prima soglia di allarme.

BOLZA

4.3 CONCLUSIONI

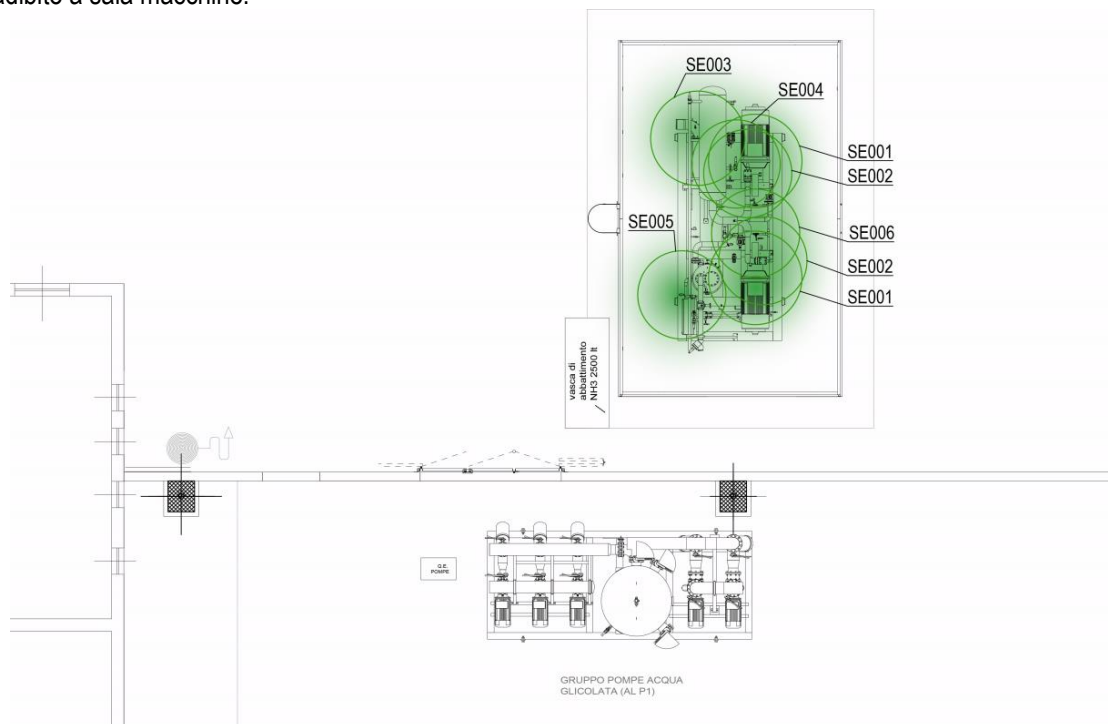
Portate di emissione calcolate

Riepilogo classificazione luoghi con pericolo di esplosione Locale Chiller C1			
Sorgente di emissione	Portata di emissione Q_g (kg/s)	Distanza pericolosa d_z (m)	Tipo di zona
SE001 Tenuta compressore	0,0033	1,00	2
SE002 Flange AP	0,0006	1,00	2
SE003 Flange BP	0,0029	1,00	2
SE004 Valvola laminazione	0,0006	1,00	2
SE005 Attacco strumenti AP	0,0003	1,00	2 NE
SE006 Attacco strumenti BP	0,0012	1,00	2

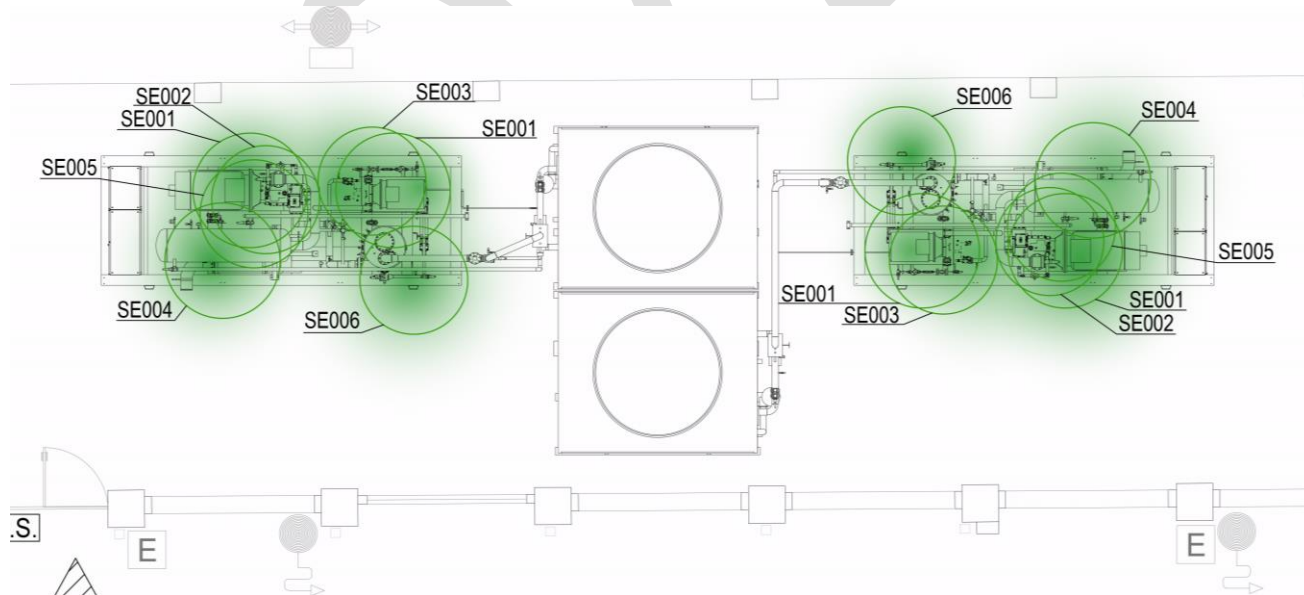
Riepilogo classificazione luoghi con pericolo di esplosione Locali Chiller C2, C3 e C4			
Sorgente di emissione	Portata di emissione Q_g (kg/s)	Distanza pericolosa d_z (m)	Tipo di zona
SE001 Tenuta compressore	0,0033	1,00	2
SE002 Flange AP	0,0006	1,00	2
SE003 Flange BP (-1°C)	0,0016	1,00	2
SE004 Valvola laminazione	0,0006	1,00	2
SE005 Attacco strumenti AP	0,0003	1,00	2 NE
SE006 Attacco strumenti BP (-1°C)	0,0016	1,00	2

4.4 CLASSIFICAZIONE ZONE PERICOLOSE

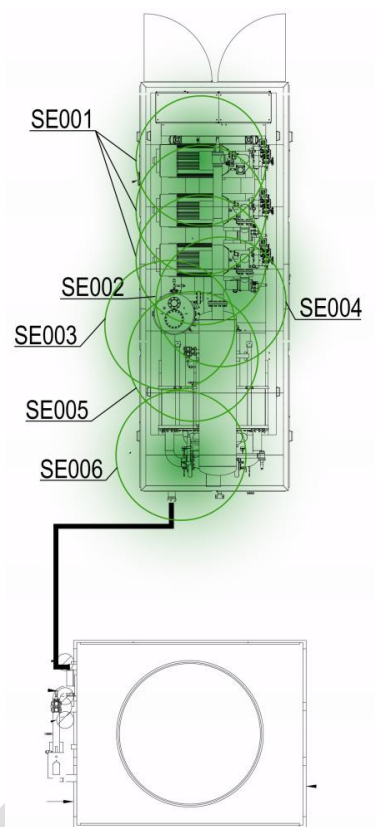
La centrale frigorifera Ammoniaca è risultata classificata **ZONA 2** e non necessita di ventilazione forzata permanente nel locale adibito a sala macchine.



Planimetria locale Chiller C1, indicazione zone pericolose secondo classificazione ATEX



Planimetria locali Chiller C2 e C3, indicazione zone pericolose secondo classificazione ATEX



Planimetria locale Chiller C4, indicazione zone pericolose secondo classificazione ATEX

4.5 MISURE ADOTTATE PER RIDURRE IL RISCHIO ESPLOSIONE

Come si evince dalle analisi, l'estensione delle zone pericolose viene, per la maggior parte delle sorgenti di emissione indicata pari a 1 m. Questo accade perché, come si vede dal grafico D.1 della Norma **CEI-EN 60079-10-1:2023-10**, tale distanza viene imposta come valore minimo possibile.

Ventilazione forzata

È presente un sistema di **ventilazione forzata** attivo al raggiungimento della prima soglia pari a 50 ppm nei locali adibiti a sala macchine.

Ventilazione naturale

Le sale macchine ricevono aria dall'esterno attraverso griglie di aerazione poste sulle porte di accesso.

Controllo continuo dell'atmosfera

I **sensori controllo esplosività** intervengono ad una concentrazione pari a 300 ppm. (0,03% in atmosfera, considerato il valore del LEL pari al 14%) sganciando la linea elettrica di alimentazione dell'impianto.

Connessioni elettriche

Le **connessioni elettriche** sono anti-deflagranti solo per i dispositivi di emergenza e sicurezza.

Prescrizioni

Permane il divieto di fumo e di accensione di fiamme libere.

Permane il divieto di utilizzo utensili e componenti metallici nel cui funzionamento si potrebbero generare scintille.

5. PROCEDURE DI SICUREZZA – RISCHIO INCENDIO

Tipo di attività soggetta al controllo VV.F.

L'attività è soggetta a specifica procedura di autorizzazione e le predisposizioni e le precauzioni adottate in caso di evento di incendio riguardano specificatamente:

- valutazione del rischio incendio
- riduzione della probabilità di insorgenza dell'incendio
- realizzazione di un sistema sicuro di evacuazione e di vie di fuga
- realizzazione di una rapida segnalazione dell'incendio
- estinzione dell'incendio e riduzione della propagazione
- efficienza dei sistemi di protezione incendi
- adeguata formazione e informazione sui rischi dei lavoratori
- adeguata gestione dell'emergenza incendio

5.1 VALUTAZIONE DEL RISCHIO INCENDIO

L'impianto frigorifero utilizza il gas Ammoniaca a ciclo chiuso. La configurazione impone una mirata valutazione dei reali rischi che potrebbero generare rischio di incendio ovvero la probabilità che sia raggiunto un livello potenziale di accadimento di un incendio, pertanto si valutano i seguenti aspetti fondamentali:

le caratteristiche del gas e il suo uso o deposito, e la probabilità che si raggiunga sia una temperatura che una concentrazione tale da poter provocare l'incendio

Caratteristiche: È un gas con densità relativa 0,6 kg/m³, perciò più leggero dell'aria, ad elevata cinetica, tende a stratificarsi nella parte alta dei locali. L'Ammoniaca è un gas infiammabile di categoria 2.

Probabilità: La concentrazione di infiammabilità elevata (LEL min 15%) ed una temperatura di innesco di circa 651°C, al di fuori di qualsiasi condizione di normale utilizzo delle macchine.

Precauzioni legate alla detenzione e alla manipolazione: Non esiste un deposito di gas in quanto tutto il gas è contenuto a ciclo chiuso all'interno del circuito frigorifero.

Eventuali rabbocchi verranno realizzati da personale esperto e qualificato dotato di permessi per la manipolazione di gas tossici, e regolarmente registrati dal Direttore Tecnico nell'apposito registro.

l'impianto elettrico

Le parti soggette ad alimentazione elettrica sono i motori e le apparecchiature ausiliarie in bassa tensione. Tutto l'impianto elettrico è dotato di interruttori di protezione magnetotermici e differenziali tali da sganciare l'energia in caso di anormale assorbimento o di corto circuito. Tali accorgimenti, oltre che essere previsti dalla norma, assicurano una adeguata prevenzione all'incendio per sovratemperatura o per esplosione del cavo per corto circuito. In caso di necessità è disponibile un pulsante di sgancio tensione atto a porre fuori servizio l'impianto. Tutte le masse metalliche sono collegate a terra.

Il quadro elettrico principale di comando, dove potrebbero verificarsi scintille o archi all'apertura o alla chiusura dei circuiti elettrici è situato in un locale separato dai locali chiller, dove sono installate le apparecchiature e macchinari Ammoniaca (comando compressori, condensatori).

All'interno del container è presente un quadro EE conforme ATEX, dentro il quale c'è, oltre al PLC dei sistemi di sicurezza tra cui il rilevatore NH₃ (ATEX) e l'alimentazione dell'estrattore. Tale quadro è alimentato con una linea sotto UPS.

Nei chiller non esistono elementi di frizione o altri elementi che possano generare cariche elettrostatiche.

In caso di fuga, se la ventilazione forzata viene interrotta, interviene in automatico la messa fuori tensione dell'impianto elettrico.

L'impianto elettrico di sicurezza è conforme alla classificazione ATEX. L'impianto elettrico di potenza e di bordo macchina non necessitano di conformità ATEX essendo disattivati a soglie di intervento inferiori al LEL dell'Ammoniaca.

5.2 RIDUZIONE DELLA PROBABILITÀ DI INSORGENZA DI UN INCENDIO

Le precauzioni che si sono adottate per ridurre drasticamente le probabilità del rischio sono:

- adeguatezza degli impianti elettrici;
- ventilazione naturale del locale 24 ore su 24;
- ventilazione forzata del locale ad attivazione automatica al raggiungimento della prima soglia di 50 ppm;
- convogliamento delle valvole di sicurezza con adeguato sistema di gorgogliamento del gas in acqua;
- sistema di rilevazione di Ammoniaca tarato su due livelli;
- sistema rapido di sgancio tensione abbinato al sistema di rilevazione o tramite pulsante di sgancio manuale;
- sorveglianza di personale qualificato
- manutenzione programmata sia per impianti ordinari (frigoriferi ed elettrici), sia per quelli di sicurezza
- assenza di depositi di gas
- assenza di fiamme libere
- divieti di fumo e di accesso all'area a personale non addetto

5.2.1 RIDUZIONE degli effetti di propagazione di un eventuale incendio nel locale macchine

Nel locale compressori è prevista la presenza occasionale di operatori, per le sole operazioni di manutenzione.

In caso di incendio dei locali circostanti, si verifica, come accaduto in un recente sviluppo di un incendio nella provincia di Verona, un innalzamento della temperatura del locale macchine, e il conseguente e repentino aumento della pressione all'interno dell'impianto di refrigerazione. Pertanto, tutta l'Ammoniaca presente nell'impianto è celermente convogliata attraverso le valvole di sicurezza in una vasca di abbattimento, riempita con un volume di acqua sufficiente a neutralizzare l'intera quantità di Ammoniaca detenuta. Vista la pressione di taratura delle valvole di sicurezza, questo dovrebbe avvenire ad una temperatura compresa tra i 50°C e i 60°C.

Come descritto al paragrafo 6.1.4, le vasche hanno capacità superiore a quella minima necessaria per l'abbattimento dell'Ammoniaca in acqua (acqua pari a minimo 5 volte il peso dell'Ammoniaca), quindi in grado di garantire che la concentrazione che si potrebbe formare per il totale svuotamento dell'Ammoniaca possieda una tensione di vapore non infiammabile (soluzione $H_2O - NH_3 < 30\%$).

All'interno dei chiller, lo sviluppo di un incendio è limitato ai soli motori elettrici, poiché l'Ammoniaca ha un LEL del 14-28% e una temperatura di autoaccensione di 651°C. Di conseguenza, si ritiene che la struttura della sala macchine non debba possedere requisiti di resistenza al fuoco e possa essere costituita da carpenteria metallica.

La superficie di ventilazione del locale è collocata sulla parete del chiller, in prossimità del quadro elettrico, dotate di aperture grigliate.

Le porte di accesso al locale macchine sono realizzate in struttura metallica nell'intento di consentire l'adeguata protezione all'accesso del locale.

5.2.2 ESTINZIONE DELL'INCENDIO

Al fine di poter intervenire prontamente su un eventuale incendio è presente un gruppo antincendio pressurizzato, con distribuzione capillare in tutto lo stabilimento, munito di dispositivi di erogazione.

Saranno disponibili estintori idonei in prossimità della sala macchine, secondo quanto previsto nella pratica antincendio. All'ingresso, al piano terra, sarà presente una valigetta contenente una copia della presente Relazione Tecnica completa di tavole, e la chiave di accesso alla sala macchine. Tale valigetta dovrà essere consegnata ai VV.F. nel caso di un loro intervento legato alla sala macchine.

6. PROCEDURE DI SICUREZZA – RISCHIO TOSSICITÀ

Le perdite di Ammoniaca per difettosità o perdite da tubazioni, flange o componenti di tenuta, sono scongiurate in parte da precauzioni di tipo costruttivo, manutentivo, e da sistemi attivi di rilevazione e rivelazione della concentrazione di NH_3 nei luoghi in cui sono presenti le sorgenti di emissione.

Il convogliamento del gas eliminato dalle valvole di sicurezza, i pressostati montati a bordo del compressore, la ventilazione naturale e forzata dei locali, i sensori di concentrazione di NH_3 che sono installati all'interno del locale macchine e nelle zone individuate come sorgenti di pericolo permettono che tutti i parametri siano controllati efficacemente e tendano a ridurre il potenziale raggiungimento di situazioni pericolose ai fini della tossicità.

La gestione in esercizio, la manutenzione e la manipolazione del gas vengono realizzati da personale esperto e qualificato dotato di permessi e regolarmente coordinato e verbalizzato dal Direttore Tecnico.

6.1 RIDUZIONE DEGLI EFFETTI DI FUGA DI AMMONIACA

6.1.1 RILEVATORI AMMONIACA

Il locale sale macchine sarà dotato di un "controllo continuo dell'atmosfera" mediante rivelatori di tossicità ed esplosività con soglie d'allarme e d'intervento settati a valori di assoluta sicurezza (50 – 300 ppm) per cui non è considerabile la possibilità di una esplosione, che dovrebbe avvenire in concomitanza alla presenza di una temperatura di 651°C .

Inoltre, ciò avverrebbe senza la presenza di personale per l'impossibilità di questo di permanere in un luogo con presenza del fluido tossico già a concentrazioni molto basse e quindi lontane dalle condizioni d'esplosività.

Nello specifico verranno installati i seguenti rilevatori, tutti tarati a 50 – 300 ppm:

1. N° 1 rilevatore installati a soffitto in ciascun chiller;

Si esclude la possibilità che altri luoghi possano essere soggetti alla presenza d'Ammoniaca in quanto la sala macchine risulta isolata rispetto ai locali circostanti mediante passaggi stagni e le aperture di passaggio (porte o finestre) sono ad una distanza di sicurezza in base alle norme CEI EN 60079-10. L'Ammoniaca sarà presente solamente all'interno della sala macchine, pertanto non è ipotizzabile che in area esterna totalmente ventilata si verifichi la possibilità che vengano a crearsi le condizioni idonee per provocare un'esplosione dovuta ad una fuga di Ammoniaca, che sarà comunque contenuta all'interno dei locali.

Le soglie d'intervento e le relative procedure sono:

- Rilevatore tossicità 50 ppm (0,005% vol.): segnalazione acustica e luminosa nei luoghi presidiati; intervento del combinatore telefonico verso i numeri telefonici di riferimento; attivazione estrattori per la ventilazione forzata e impianto di abbattimento scrubber.

Nella prima fase lo scrubber sarà presente solo per il chiller C1; a seguito del revamping, ogni chiller avrà uno scrubber dedicato.

- Rilevatori esplosività 300 ppm (0,03% vol.): segnalazione acustica e luminosa nei luoghi presidiati; intervento del combinatore telefonico verso i numeri telefonici di riferimento; attivazione estrattori per la ventilazione forzata e impianto di abbattimento scrubber; disattivazione automatica dell'alimentazione di corrente elettrica.

Nella prima fase lo scrubber sarà presente solo per il chiller C1; a seguito del revamping, ogni chiller avrà uno scrubber dedicato.



Esempio di rilevatore Ammoniaca



Esempio segnalatore acustico e ottico

Al raggiungimento delle soglie di allarme, congiuntamente all'attivazione dei sistemi di rilevazione ed abbattimento previsti, interviene in automatico il combinatore telefonico che inoltra una chiamata telefonica verso i numeri telefonici di riferimento

in modo da favorire un celere ed efficace intervento e coordinare le operazioni. I numeri di telefono inseriti sono quelli dei patentati gas tossici, della Soc. incaricata della manutenzione, del Direttore Tecnico Gas Tossici, del titolare dell'attività.

Nel caso di superamento della seconda soglia e nel caso in cui la fuoriuscita risulti importante e non contenibile dai sistemi di abbattimento in adozione, è prevista l'attivazione della centrale operativa 112 NUE.

Gli impianti di allarme, rilevazione ed emergenza sono dotati di linea preferenziale dedicata e dotata di interruttore posto a monte nel caso di funzionamento in caso di sgancio EE della sala macchine.

La cella elettrochimica del sensore ha una durata stimata di circa 2 anni. A cadenza semestrale, una società specializzata esegue la verifica dei sensori rilasciando report dell'intervento.

BOLZA

6.1.2 VENTILAZIONE FORZATA E ABBATTIMENTO CON IMPIANTO SCRUBBER – C1 CHILLER ACQUA GLICOLATA

Il sistema di ventilazione artificiale è alimentato con linea preferenziale ed è attivato al raggiungimento della prima soglia di allarme ovvero a 50 ppm. È inoltre azionabile manualmente durante le operazioni di manutenzione all'interno della centrale frigorifera.

La portata d'aria per la ventilazione della sala macchine è determinata utilizzando la formula riportata nel D.M 10.06.80, pertanto vale:

$$Q_{vh} = 50 \cdot \sqrt[3]{G^2}$$

dove:

Q_{vh} = Portata di ventilazione in m^3/h

G = Quantità di Ammoniaca stoccata nella singola centrale pari a:
272 kg

Applicando la relazione sopracitata si ottiene la portata teorica di calcolo, pari a:

$$Q_{vh} = 50 \cdot \sqrt[3]{272^2} = 2.099,01 \text{ m}^3/h$$

Eseguendo, per confronto, lo stesso calcolo secondo le indicazioni della UNI EN 378-3 2021, ovvero:

$$V = 0,014 \cdot m^{2/3}$$

dove:

V = Portata di ventilazione in m^3/s

m = Quantità di Ammoniaca stoccata nella singola centrale pari a:
272 kg

Si ottiene, pertanto, il seguente risultato, in buon accordo con quanto calcolato in precedenza:

$$V = 0,014 \cdot 272^{2/3} = 0,587 \text{ m}^3/s = 2.115,80 \text{ m}^3/h$$

Pertanto, saranno installati:

- N. 1 estrattore che dovrà avere caratteristiche minime ATEX II 2G Exd IIA con portata di 16.000 m^3/h .

Confrontando con la formula J.1 della CEI EN 60079-10-1:2023-10 si calcola la minima portata d'aria di ventilazione a regime:

$$(dV/dt)_{min} = \frac{Q_g \cdot T_a}{k \cdot LEL \cdot 293}$$

$$= 0,0630 \text{ m}^3/s = 227 \text{ m}^3/h$$

dove:

$(dV/dt)_{min}$ = portata minima volumetrica di aria fresca in m^3/s

$Q_g = Q_t$ = portata di emissione di sostanza infiammabile, pari a $3,3 \times 10^{-3} \text{ kg/s}$ (n.d.r. tenuta compressore)

T_a = temperatura ambiente, assunta pari a 308 K (=35°C)

LEL = limite inferiore di esplosività dell'Ammoniaca alla pressione atmosferica, pari a $0,11 \text{ kg/m}^3$ (=15%)

k = coefficiente di sicurezza, pari a 0,5 per emissioni di grado secondo.

La portata di ventilazione adottata è superiore al valore dV/dT min delle norme CEI.

In caso di anomalia dell'estrattore d'aria, avviene lo sgancio dell'alimentazione elettrica dell'impianto frigorifero ed una segnalazione di allarme tramite il combinatore telefonico. Non è presente un ulteriore estrattore posto in riserva perché la disattivazione dell'impianto frigorifero garantisce la diminuzione della pressione e, quindi, dell'emissione in tempi brevi.

Per il dimensionamento della portata minima di acqua dell'abbattitore scrubber, al fine di garantire la massima sicurezza per l'ambiente, viene calcolato un valore di rilascio di Ammoniaca relativo alla emissione da tenuta della tenuta del compressore pari a $3,3 \times 10^{-3} \text{ kg/s}$ (vedi verifica ATEX).

Dalla scheda delle proprietà fisico - chimiche dell' NH_3 di cui sopra è evidenziato che a $+20^\circ\text{C}$ sono solubili 531 gr di NH_3 con 1 kg di H_2O per formare idrossido di ammonio (1 gr NH_3 con 1,88 gr H_2O) quindi 1 kg NH_3 sono solubili con 1,88 litri H_2O .

Occorrerà perciò investire la corrente d'aria con una portata minima d'acqua totale pari a:

$$Q_{\text{acqua}} = (3,3 \cdot 10^{-3} \text{ kg/s}) \cdot (1,88 \text{ l/kg}) = 0,006204 \text{ l/s} = \mathbf{22,33 \text{ l/h}}$$

Il tempo di contatto acqua/aria-Ammoniaca, affinché l'assorbimento dell'Ammoniaca in acqua sia efficace, deve essere di minimo, 1 s.

Lo scrubber a servizio del chiller sarà alimentato in circuito chiuso dalla vasca di abbattimento delle valvole di sicurezza. Il sistema di abbattimento sarà costituito da una struttura in lamiera di acciaio zincato, installato sul retro del chiller, al cui interno sono installati gli ugelli spruzzatori d'acqua. L'aria estratta dai ventilatori verrà convogliata all'abbattitore dalla sala macchine mediante opportuna canalizzazione in lamiera di acciaio zincato.

L'attivazione dello scrubber (aria+acqua) avverrà alla prima soglia di intervento dei rilevatori di Ammoniaca. L'acqua scaricata dall'abbattitore (scrubber) verrà poi raccolta nella medesima vasca di alimentazione.

Pulizia ugelli

Per prevenire e rimuovere eventuali incrostazioni calcaree sugli ugelli dell'abbattitore scrubber, sarà periodicamente eseguita una verifica con cadenza semestrale dalla società di manutenzione in occasione dei controlli periodici.

Come riportato nel manuale di uso e manutenzione del sistema di abbattimento installato, nel caso di incrostazioni di calcare è necessario:

- Aprire gli ugelli separando la testata da spillo e corpo dell'ugello
- Smontati e scomposti, immergere in anticalcare la sola testata con il foro
- È una ottima alternativa usare un pulitore ad ultrasuoni di facile reperibilità
- Dopo mezz'ora circa risciacquare in acqua fredda ed asciugare soffiando
- Controllare il foro all'interno della testata e asportare sporco estraneo (cotton fioc)
- Ri-assemblare gli ugelli posizionando correttamente lo spillo con molla al loro interno

6.1.3 VENTILAZIONE FORZATA – C2 E C3 CHILLER ACQUA GELIDA, STATO ATTUALE

Il sistema di ventilazione artificiale è alimentato con linea preferenziale ed è attivato al raggiungimento della prima soglia di allarme ovvero a 50 ppm. È inoltre azionabile manualmente durante le operazioni di manutenzione all'interno della centrale frigorifera e per 15 minuti ogni ora per garantire il ricambio di aria.

La portata d'aria per la ventilazione della sala macchine è determinata utilizzando la formula riportata nel D.M 10.06.80, pertanto vale:

$$Q_{vh} = 50 \cdot \sqrt[3]{G^2}$$

dove:

Q_{vh} = Portata di ventilazione in m^3/h

G = Quantità di Ammoniaca stoccata nella singola centrale pari a:
34 kg

Applicando la relazione sopracitata si ottiene la portata teorica di calcolo, pari a:

$$Q_{vh} = 50 \cdot \sqrt[3]{34^2} = 524,75 \text{ m}^3/h$$

Eseguendo, per confronto, lo stesso calcolo secondo le indicazioni della UNI EN 378-3 2021, ovvero:

$$V = 0,014 \cdot m^{2/3}$$

dove:

V = Portata di ventilazione in m^3/s

m = Quantità di Ammoniaca stoccata nella singola centrale pari a:
34 kg

Si ottiene, pertanto, il seguente risultato, in buon accordo con quanto calcolato in precedenza:

$$V = 0,014 \cdot 34^{2/3} = 0,147 \text{ m}^3/s = 528,95 \text{ m}^3/h$$

Pertanto, sono installati:

- N. 1 estrattore che dovrà avere caratteristiche minime ATEX II 2G Exd IIA con portata minima di 16.000 m^3/h .

Confrontando con la formula J.1 della CEI EN 60079-10-1:2023-10 si calcola la minima portata d'aria di ventilazione a regime:

$$(dV/dt)_{min} = \frac{Q_g \cdot T_a}{k \cdot LEL \cdot 293}$$

$$= 0,0630 \text{ m}^3/s = 227 \text{ m}^3/h$$

dove:

$(dV/dt)_{min}$ = portata minima volumetrica di aria fresca in m^3/s

$Q_g = Q_t$ = portata di emissione di sostanza infiammabile, pari a $3,3 \times 10^{-3}$ kg/s (n.d.r. tenuta compressore)

T_a = temperatura ambiente, assunta pari a 308 K (=35°C)

LEL = limite inferiore di esplosività dell'Ammoniaca alla pressione atmosferica, pari a 0,11 kg/ m^3 (=15%)

k = coefficiente di sicurezza, pari a 0,5 per emissioni di grado secondo.

La portata di ventilazione adottata è superiore al valore dV/dT min delle norme CEI.

In caso di anomalia dell'estrattore d'aria, avviene lo sgancio dell'alimentazione elettrica dell'impianto frigorifero ed una segnalazione di allarme tramite il combinatore telefonico. Non è presente un ulteriore estrattore posto in riserva perché la disattivazione dell'impianto frigorifero garantisce la diminuzione della pressione e, quindi, dell'emissione in tempi brevi.

6.1.4 VENTILAZIONE FORZATA E ABBATTIMENTO CON IMPIANTO SCRUBBER – C2 E C3 CHILLER ACQUA GELIDA DOPO REVAMPING

Il sistema di ventilazione artificiale è alimentato con linea preferenziale ed è attivato al raggiungimento della prima soglia di allarme ovvero a 50 ppm. È inoltre azionabile manualmente durante le operazioni di manutenzione all'interno della centrale frigorifera e per 15 minuti ogni ora per garantire il ricambio di aria.

La portata d'aria per la ventilazione della sala macchine è determinata utilizzando la formula riportata nel D.M 10.06.80, pertanto vale:

$$Q_{vh} = 50 \cdot \sqrt[3]{G^2}$$

dove:

Q_{vh} = Portata di ventilazione in m^3/h

G = Quantità di Ammoniaca stoccata nella singola centrale pari a:
290 kg

Applicando la relazione sopracitata si ottiene la portata teorica di calcolo, pari a:

$$Q_{vh} = 50 \cdot \sqrt[3]{290^2} = 2.190,62 \text{ m}^3/h$$

Eseguendo, per confronto, lo stesso calcolo secondo le indicazioni della UNI EN 378-3 2021, ovvero:

$$V = 0,014 \cdot m^{2/3}$$

dove:

V = Portata di ventilazione in m^3/s

m = Quantità di Ammoniaca stoccata nella singola centrale pari a:
290 kg

Si ottiene, pertanto, il seguente risultato, in buon accordo con quanto calcolato in precedenza:

$$V = 0,014 \cdot 290^{2/3} = 0,613 \text{ m}^3/s = 2.208,15 \text{ m}^3/h$$

Pertanto, sono installati:

- N. 1 estrattore che dovrà avere caratteristiche minime ATEX II 2G Exd IIA con portata minima di 16.000 m^3/h .

Confrontando con la formula J.1 della CEI EN 60079-10-1:2023-10 si calcola la minima portata d'aria di ventilazione a regime:

$$(dV/dt)_{min} = \frac{Q_g \cdot T_a}{k \cdot LEL \cdot 293}$$

$$= 0,0630 \text{ m}^3/s = 227 \text{ m}^3/h$$

dove:

$(dV/dt)_{min}$ = portata minima volumetrica di aria fresca in m^3/s

$Q_g = Q_t$ = portata di emissione di sostanza infiammabile, pari a $3,3 \times 10^{-3} \text{ kg/s}$ (n.d.r. tenuta compressore)

T_a = temperatura ambiente, assunta pari a 308 K (=35°C)

LEL = limite inferiore di esplosività dell'Ammoniaca alla pressione atmosferica, pari a $0,11 \text{ kg/m}^3$ (=15%)

k = coefficiente di sicurezza, pari a 0,5 per emissioni di grado secondo.

La portata di ventilazione adottata è superiore al valore dV/dT min delle norme CEI.

In caso di anomalia dell'estrattore d'aria, avviene lo sgancio dell'alimentazione elettrica dell'impianto frigorifero ed una segnalazione di allarme tramite il combinatore telefonico. Non è presente un ulteriore estrattore posto in riserva perché la disattivazione dell'impianto frigorifero garantisce la diminuzione della pressione e, quindi, dell'emissione in tempi brevi.

Per il dimensionamento della portata minima di acqua dell'abbattitore scrubber, al fine di garantire la massima sicurezza per l'ambiente, viene calcolato un valore di rilascio di Ammoniaca relativo alla emissione da tenuta della tenuta del compressore pari a $3,3 \times 10^{-3}$ kg/s (vedi verifica ATEX).

Dalla scheda delle proprietà fisico - chimiche dell' NH_3 di cui sopra è evidenziato che a $+20^\circ\text{C}$ sono solubili 531 gr di NH_3 con 1 kg di H_2O per formare idrossido di ammonio (1 gr NH_3 con 1,88 gr H_2O) quindi 1 kg NH_3 sono solubili con 1,88 litri H_2O .

Occorrerà perciò investire la corrente d'aria con una portata minima d'acqua totale pari a:

$$Q_{\text{acqua}} = (3,3 \cdot 10^{-3} \text{ kg/s}) \cdot (1,88 \text{ l/kg}) = 0,006204 \text{ l/s} = \mathbf{22,33 \text{ l/h}}$$

Il tempo di contatto acqua/aria-Ammoniaca, affinché l'assorbimento dell'Ammoniaca in acqua sia efficace, deve essere di minimo, 1 s.

Lo scrubber a servizio del chiller sarà alimentato in circuito chiuso dalla vasca di abbattimento delle valvole di sicurezza. Il sistema di abbattimento sarà costituito da una struttura in lamiera di acciaio zincato, installato sul retro del chiller, al cui interno sono installati gli ugelli spruzzatori d'acqua. L'aria estratta dai ventilatori verrà convogliata all'abbattitore dalla sala macchine mediante opportuna canalizzazione in lamiera di acciaio zincato.

L'attivazione dello scrubber (aria+acqua) avverrà alla prima soglia di intervento dei rilevatori di Ammoniaca. L'acqua scaricata dall'abbattitore (scrubber) verrà poi raccolta nella medesima vasca di alimentazione.

Pulizia ugelli

Per prevenire e rimuovere eventuali incrostazioni calcaree sugli ugelli dell'abbattitore scrubber, sarà periodicamente eseguita una verifica con cadenza semestrale dalla società di manutenzione in occasione dei controlli periodici.

Come riportato nel manuale di uso e manutenzione del sistema di abbattimento installato, nel caso di incrostazioni di calcare è necessario:

- Aprire gli ugelli separando la testata da spillo e corpo dell'ugello
- Smontati e scomposti, immergere in anticalcare la sola testata con il foro
- È una ottima alternativa usare un pulitore ad ultrasuoni di facile reperibilità
- Dopo mezz'ora circa risciacquare in acqua fredda ed asciugare soffiando
- Controllare il foro all'interno della testata e asportare sporco estraneo (cotton fioc)
- Ri-assemblare gli ugelli posizionando correttamente lo spillo con molla al loro interno

6.1.5 VENTILAZIONE FORZATA E ABBATTIMENTO CON IMPIANTO SCRUBBER – C4 CHILLER ACQUA GELIDA DI FUTURA INSTALLAZIONE

Il sistema di ventilazione artificiale è alimentato con linea preferenziale ed è attivato al raggiungimento della prima soglia di allarme ovvero a 50 ppm. È inoltre azionabile manualmente durante le operazioni di manutenzione all'interno della centrale frigorifera.

La portata d'aria per la ventilazione della sala macchine è determinata utilizzando la formula riportata nel D.M 10.06.80, pertanto vale:

$$Q_{vh} = 50 \cdot \sqrt[3]{G^2}$$

dove:

Q_{vh} = Portata di ventilazione in m^3/h

G = Quantità di Ammoniaca stoccata nella singola centrale pari a:
300 kg

Applicando la relazione sopracitata si ottiene la portata teorica di calcolo, pari a:

$$Q_{vh} = 50 \cdot \sqrt[3]{300^2} = 2.240,70 \text{ m}^3/h$$

Eseguendo, per confronto, lo stesso calcolo secondo le indicazioni della UNI EN 378-3 2021, ovvero:

$$V = 0,014 \cdot m^{2/3}$$

dove:

V = Portata di ventilazione in m^3/s

m = Quantità di Ammoniaca stoccata nella singola centrale pari a:
300 kg

Si ottiene, pertanto, il seguente risultato, in buon accordo con quanto calcolato in precedenza:

$$V = 0,014 \cdot 300^{2/3} = 0,627 \text{ m}^3/s = 2.257,20 \text{ m}^3/h$$

Pertanto, saranno installati:

- N. 1 estrattore che dovrà avere caratteristiche minime ATEX II 2G Exd IIA con portata di 16.000 m^3/h .

Confrontando con la formula J.1 della CEI EN 60079-10-1:2023-10 si calcola la minima portata d'aria di ventilazione a regime:

$$(dV/dt)_{min} = \frac{Q_g \cdot T_a}{k \cdot LEL \cdot 293}$$

$$= 0,0630 \text{ m}^3/s = 227 \text{ m}^3/h$$

dove:

$(dV/dt)_{min}$ = portata minima volumetrica di aria fresca in m^3/s

$Q_g = Q_t$ = portata di emissione di sostanza infiammabile, pari a $3,3 \times 10^{-3} \text{ kg/s}$ (n.d.r. tenuta compressore)

T_a = temperatura ambiente, assunta pari a 308 K (=35°C)

LEL = limite inferiore di esplosività dell'Ammoniaca alla pressione atmosferica, pari a $0,11 \text{ kg/m}^3$ (=15%)

k = coefficiente di sicurezza, pari a 0,5 per emissioni di grado secondo.

La portata di ventilazione adottata è superiore al valore dV/dT min delle norme CEI.

In caso di anomalia dell'estrattore d'aria, avviene lo sgancio dell'alimentazione elettrica dell'impianto frigorifero ed una segnalazione di allarme tramite il combinatore telefonico. Non è presente un ulteriore estrattore posto in riserva perché la disattivazione dell'impianto frigorifero garantisce la diminuzione della pressione e, quindi, dell'emissione in tempi brevi.

Per il dimensionamento della portata minima di acqua dell'abbattitore scrubber, al fine di garantire la massima sicurezza per l'ambiente, viene calcolato un valore di rilascio di Ammoniaca relativo alla emissione da tenuta della tenuta del compressore pari a $3,3 \times 10^{-3} \text{ kg/s}$ (vedi verifica ATEX).

Dalla scheda delle proprietà fisico - chimiche dell' NH_3 di cui sopra è evidenziato che a $+20^\circ\text{C}$ sono solubili 531 gr di NH_3 con 1 kg di H_2O per formare idrossido di ammonio (1 gr NH_3 con 1,88 gr H_2O) quindi 1 kg NH_3 sono solubili con 1,88 litri H_2O .

Occorrerà perciò investire la corrente d'aria con una portata minima d'acqua minima pari a:

$$Q_{\text{acqua}} = (3,3 \cdot 10^{-3} \text{ kg/s}) \cdot (1,88 \text{ l/kg}) = 0,006204 \text{ l/s} = \mathbf{22,33 \text{ l/h}}$$

Il tempo di contatto acqua/aria-Ammoniaca, affinché l'assorbimento dell'Ammoniaca in acqua sia efficace, deve essere di minimo, 1 s.

Lo scrubber a servizio del chiller sarà alimentato in circuito chiuso dalla vasca di abbattimento delle valvole di sicurezza. Il sistema di abbattimento sarà costituito da una struttura in lamiera di acciaio zincato, installato sul retro del chiller, al cui interno sono installati gli ugelli spruzzatori d'acqua. L'aria estratta dai ventilatori verrà convogliata all'abbattitore dalla sala macchine mediante opportuna canalizzazione in lamiera di acciaio zincato.

L'attivazione dello scrubber (aria+acqua) avverrà alla prima soglia di intervento dei rilevatori di Ammoniaca. L'acqua scaricata dall'abbattitore (scrubber) verrà poi raccolta nella medesima vasca di alimentazione.

Pulizia ugelli

Per prevenire e rimuovere eventuali incrostazioni calcaree sugli ugelli dell'abbattitore scrubber, sarà periodicamente eseguita una verifica con cadenza semestrale dalla società di manutenzione in occasione dei controlli periodici.

Come riportato nel manuale di uso e manutenzione del sistema di abbattimento installato, nel caso di incrostazioni di calcare è necessario:

- Aprire gli ugelli separando la testata da spillo e corpo dell'ugello
- Smontati e scomposti, immergere in anticalcare la sola testata con il foro
- È una ottima alternativa usare un pulitore ad ultrasuoni di facile reperibilità
- Dopo mezz'ora circa risciacquare in acqua fredda ed asciugare soffiando
- Controllare il foro all'interno della testata e asportare sporco estraneo (cotton fioc)
- Ri-assemblare gli ugelli posizionando correttamente lo spillo con molla al loro interno

6.1.6 ABBATTIMENTO AMMONIACA PER INTERVENTO DELLE VALVOLE DI SICUREZZA

Le valvole di sicurezza, montate sugli elementi disposti nella sala macchine, sono dimensionate secondo la "Raccolta E-ISPEL" e prevedono la loro apertura in caso di incendio esterno e anomalia dell'impianto stesso, saranno convogliate tramite tubazioni saldate:

- Nuovo chiller acqua glicolata (C1): in una vasca del volume minimo di 1,82 m³, riempita con minimo 1,36 m³ di acqua, per il gorgogliamento dell'Ammoniaca (272 kg) in acqua;
- Chiller esistenti acqua gelida (C2 – C3): in una vasca del volume minimo di 0,46 m³, riempita con minimo 0,34 m³ di acqua, per il gorgogliamento dell'Ammoniaca (68 kg) in acqua;
- Nuovo chiller acqua gelida (C4): in una vasca del volume minimo di 1,82 m³, riempita con minimo 1,36 m³ di acqua, per il gorgogliamento dell'Ammoniaca (300 kg) in acqua.

Tali vasche hanno capacità superiore a quella richiesta dalla Legislazione nazionale, ex ISPEL ora INAIL, che indica in cinque volte la capacità presente di Ammoniaca:

$$C1: V_{acqua} = 272 \text{ kg} \cdot 5 \text{ l/kg} = 1.360 \text{ l} = 1,36 \text{ m}^3$$

$$C2: V_{acqua} = 34 \text{ kg} \cdot 5 \text{ l/kg} = 170 \text{ l} = 0,17 \text{ m}^3$$

$$C3: V_{acqua} = 34 \text{ kg} \cdot 5 \text{ l/kg} = 170 \text{ l} = 0,17 \text{ m}^3$$

$$C4: V_{acqua} = 300 \text{ kg} \cdot 5 \text{ l/kg} = 1.500 \text{ l} = 1,50 \text{ m}^3$$

La Legislazione vigente è "Circolare ANCC 1 luglio 1940 n°1993 Norme di sicurezza per impianti frigoriferi industriali (modificata secondo circolare del 30 gennaio 1942 n°308), Art. 14".

Il volume residuo si rende necessario per compensare l'aumento di volume dovuto all'assorbimento dell'Ammoniaca in acqua, pari alla quantità di Ammoniaca in kg diviso densità del liquido, ovvero:

$$C1: V_{residuo} = \frac{272 \text{ kg}}{0,6 \text{ kg/l}} = 460 \text{ l} = 0,460 \text{ m}^3$$

$$C1: V_{totale} = V_{acqua} + V_{residuo} = 1,36 \text{ m}^3 + 0,460 \text{ m}^3 = \mathbf{1,82 \text{ m}^3}$$

$$C2: V_{residuo} = \frac{34 \text{ kg}}{0,6 \text{ kg/l}} = 56,67 \text{ l} = 0,057 \text{ m}^3$$

$$C2: V_{totale} = V_{acqua} + V_{residuo} = 0,17 \text{ m}^3 + 0,0573 \text{ m}^3 = \mathbf{0,226 \text{ m}^3}$$

$$C3: V_{residuo} = \frac{34 \text{ kg}}{0,6 \text{ kg/l}} = 56,67 \text{ l} = 0,057 \text{ m}^3$$

$$C3: V_{totale} = V_{acqua} + V_{residuo} = 0,17 \text{ m}^3 + 0,0573 \text{ m}^3 = \mathbf{0,226 \text{ m}^3}$$

$$C4: V_{residuo} = \frac{300 \text{ kg}}{0,6 \text{ kg/l}} = 500 \text{ l} = 0,500 \text{ m}^3$$

$$C4: V_{totale} = V_{acqua} + V_{residuo} = 1,50 \text{ m}^3 + 0,500 \text{ m}^3 = \mathbf{2,00 \text{ m}^3}$$

Dopo il revamping, per i chiller C2 e C3 saranno invece necessari i seguenti volumi:

$$C2: V_{acqua} = 290 \text{ kg} \cdot 5 \text{ l/kg} = 1.450 \text{ l} = 1,45 \text{ m}^3$$

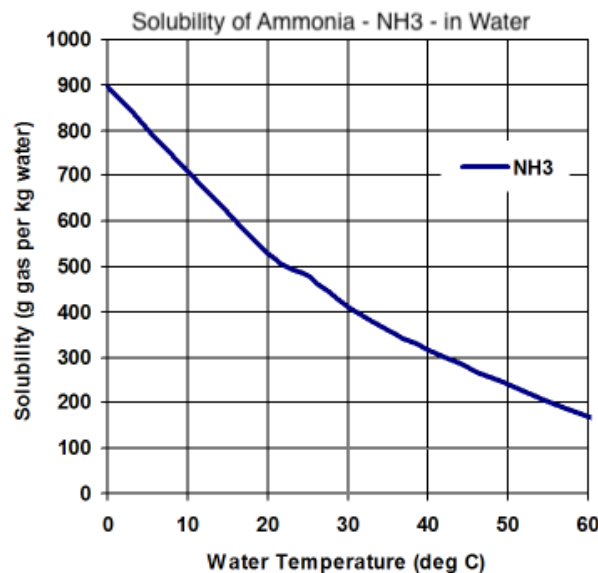
$$C2: V_{residuo} = \frac{290 \text{ kg}}{0,6 \text{ kg/l}} = 483,3 \text{ l} = 0,483 \text{ m}^3$$

$$C2: V_{totale} = V_{acqua} + V_{residuo} = 1,45 \text{ m}^3 + 0,483 \text{ m}^3 = \mathbf{1,933 \text{ m}^3}$$

$$C3: V_{acqua} = 290 \text{ kg} \cdot 5 \text{ l/kg} = 1.450 \text{ l} = 1,45 \text{ m}^3$$

$$C3: V_{residuo} = \frac{290 \text{ kg}}{0,6 \text{ kg/l}} = 483,3 \text{ l} = 0,483 \text{ m}^3$$

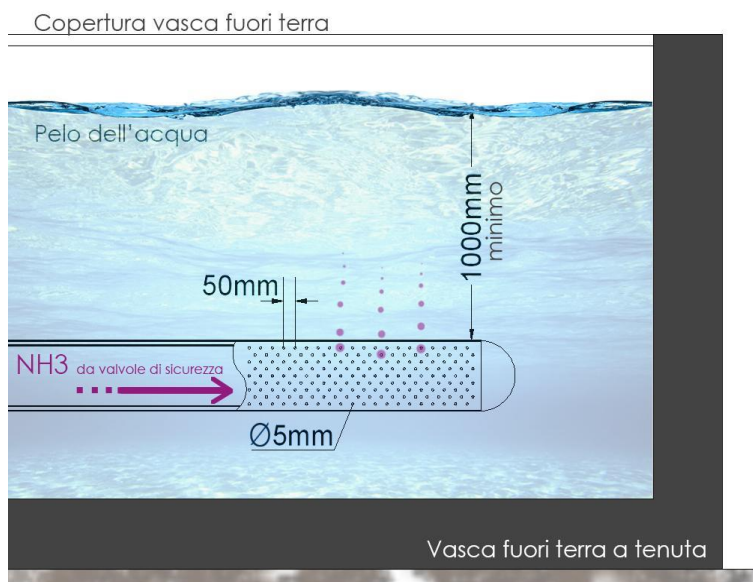
$$C3: V_{totale} = V_{acqua} + V_{residuo} = 1,45 \text{ m}^3 + 0,483 \text{ m}^3 = \mathbf{1,933 \text{ m}^3}$$



Il collettore terminale di scarico è posato ad almeno 1 metro di profondità dal pelo libero dell'acqua, forato lungo il tratto orizzontale con fori aventi diametro massimo di 5 mm distanziati tra loro di almeno 50 mm, il cui numero è il risultato del rapporto tra la sezione del tubo e la sezione del singolo foro. Ovvero:

$$n. \text{ fori} = \frac{\text{sezione tubo [mm}^2\text{]}}{\text{sezione foro [mm}^2\text{]}} = \frac{\text{sezione tubo [mm}^2\text{]}}{19,625 \text{ mm}^2}$$

Anche in questo caso il rischio che si formino miscele o concentrazioni derivate dallo spandimento di gas durante l'erogazione delle valvole è praticamente nullo.



Il dimensionamento della vasca di abbattimento risulta essere conforme alla legislazione vigente, che prevede un quantitativo di acqua doppio rispetto al valore stechiometrico a 20°C. In particolare:

	Chiller C1	Chiller C2 attuale	Chiller C3 attuale	Chiller C2 futuro	Chiller C3 futuro	Chiller C4 futuro
Ammoniaca	272 kg	34 kg	34 kg	290 kg	290 kg	300 kg
Volume di acqua per l'abbattimento	1,36 m ³	0,17 m ³	0,17 m ³	1,45 m ³	1,45 m ³	1,50 m ³
Volume per la compensazione	0,46 m ³	0,057 m ³	0,057 m ³	0,483 m ³	0,483 m ³	0,50 m ³
Volume complessivo minimo totale	1,82 m ³	0,226 m ³	0,226 m ³	1,933 m ³	1,933 m ³	2,00 m ³
Volume totale della vasca	2,5 m ³	Unico serbatoio da 2,5 m ³		Unico serbatoio da 6 m ³		

Essendo tali volumi sufficienti al completo abbattimento di tutta la quantità di Ammoniaca presente nei chiller, ogni sorgente di emissione può essere veicolata all'interno di esso attraverso i sistemi di captazione delle sorgenti di emissione.

Tra i controlli periodici eseguiti dal personale patentato, è presente il controllo del pH per rilevare l'eventuale presenza di ione Ammonio nella vasca di abbattimento. L'installazione di un dispositivo elettronico di rilevazione del pH non risulta necessaria ai fini della sicurezza perché la quantità di acqua è sufficiente al completo abbattimento e sono eseguiti i controlli periodici registrati. Inoltre, la fuoriuscita del refrigerante Ammoniaca, anche in quantità non rilevanti, comporta l'immediato intervento dei sistemi di sicurezza dell'impianto di refrigerazione industriale per basso livello.

Periodicità taratura VS da 329/04

Come disposto dall'art. 10 del Decreto Ministeriale n.329 del 01/12/2004, "Le verifiche relative agli accessori di sicurezza e di quelli a pressione seguono la stessa periodicità dell'attrezzatura a pressione cui sono destinati o con cui sono collegati" quindi, nel caso in esame, le valvole di sicurezza andranno tarate e certificate con frequenza biennale, secondo quanto riportato nella Tabella dell'Allegato A.

6.1.7 RACCOLTA delle acque inquinate per effetto dell'abbattimento di Ammoniaca

L'alimentazione ed il recupero delle acque inquinate da Ammoniaca provenienti dallo scrubber a servizio del chiller C1 e in futuro anche dai restanti chiller sarà a circolo chiuso.

La raccolta delle acque inquinate sarà garantita dalle seguenti modalità:

- C1: vasca fuori terra di capacità di 2,50 m³ per abbattimento Ammoniaca da valvole di sicurezza, in posizione adiacente al chiller stesso
- C2, C3 e C4: unica vasca fuori terra di capacità 6 m³ per abbattimento Ammoniaca da valvole di sicurezza, in posizione adiacente ai tre chiller

L'acqua inquinata, derivante dall'abbattimento dell'Ammoniaca, sarà successivamente bonificata attraverso Soc. specializzata. Lo smaltimento è eseguito sulla base degli adempimenti disposti dall'art.52, lettera e) del R.D. 09/01/1927, n.147 che vieta l'immissione dei residui nei pozzi, cantine, corsi d'acqua.

BOLZA

6.2 RIDUZIONE DEL RISCHIO DI FUGA AMMONIACA PER IMPATTO, DOLO E FURTO

Il chiller C1 è ubicato all'esterno, in posizione adiacente alla cella refrigerata; il condensatore evaporativo è installato su una struttura in carpenteria metallica soprastante il chiller C1.

I chiller C2 e C3 attualmente sono posizionati sotto una tettoia, nei pressi di un immobile separato; i condensatori evaporativi sono installati in posizione adiacente ai due chiller.

Il chiller C4 sarà posizionato in copertura alla struttura di nuova realizzazione, dove verranno ricollocati anche i chiller C2 e C3 a seguito del revamping.

La zona antistante il locale non è interessata al transito dei mezzi aziendali, pertanto la possibilità dell'evento catastrofico dovuto all'impatto dei mezzi con l'impianto è nullo.

La possibilità di interventi dolosi sull'impianto o di furto del gas tossico è evitato sia dalla chiusura del locale nelle 24 ore sia dalla sorveglianza diurna del personale e notturna dei sistemi di sicurezza e sorveglianza adottati dallo stabilimento.

L'evacuazione rapida da parte del personale autorizzato in caso di pericolo è assicurato dal sistema di apertura antipánico.

L'accesso è consentito esclusivamente a:

- Direttore Tecnico
- Operatori abilitati e autorizzati alla gestione del normale funzionamento
- Operatori abilitati e autorizzati alla manutenzione ordinaria e straordinaria

L'accesso allo stabilimento e la viabilità esterna agevolano le attività di sfollamento dei locali e d'intervento del personale d'emergenza.

BOLTA

7. VALUTAZIONE DEL RILASCIO IN ATMOSFERA DI AMMONIACA

NOTA IMPORTANTE: per una lettura più agevole del presente documento, nel seguente capitolo vengono riportati solamente i dati di base e le conclusioni della Relazione di Valutazione del rilascio in atmosfera di Ammoniaca. La relazione, completa di dati dettagliati, metodologie e calcoli, è disponibile al Capitolo 16.

Norme di riferimento:

- D.lgs. 105/2015 - Allegato C (art. 15): Criteri, dati e informazioni per la redazione e la valutazione del Rapporto di sicurezza e del Rapporto preliminare di sicurezza - Parte 1 - C.4 Analisi degli eventi incidentali.

Dati analizzati

La trattazione seguente è finalizzata ad individuare le ipotetiche conseguenze che possono verificarsi in caso di fuoriuscita accidentale di Ammoniaca nell'ambiente circostante lo stabilimento.

L'azienda in questione non è uno stabilimento RIR (rischio di incidente rilevante) in quanto la quantità di Ammoniaca, pari a 340 kg, per la quale si richiede autorizzazione è minore della quantità limite fissata dalla Direttiva 2012/18/UE e riportata nella tabella sottostante; pertanto, gli adempimenti previsti dal D. Lgs. 105/2015 e s.m.i. per il Gestore dell'Azienda, come la valutazione dei rischi di specifici scenari accidentali, tra i quali l'evento catastrofico, non trovano applicazione.

DIRETTIVA 2012/18/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio (Seveso III) **Allegato I – Parte II**

Sostanza	Numero CAS	Quantità limite (tonnellate) ai fini dell'applicazione dei	
		Requisiti di soglia inferiore	Requisiti di soglia superiore
Ammoniaca anidra	7664-41-7	50	200

Evento preso in esame come possibilità di rilascio incidentale di Ammoniaca in atmosfera:

- **Chiller C1:** Perdita che interessi il circuito posto all'esterno dell'edificio, in cui fluisce l'Ammoniaca allo stato liquido ad alta pressione, attraverso un foro sulla tenuta di una flangia di sezione pari a 0,1 mm² creatasi lungo il percorso delle tubazioni che trasportano la sostanza dal condensatore evaporativo al ricevitore di stoccaggio;
- **Chiller C2 e C3 attuale:** Perdita che interessi il circuito posto all'interno dell'edificio, in cui fluisce l'Ammoniaca allo stato gas ad alta pressione, attraverso un foro sulla tenuta del compressore di sezione pari a 1 mm²;
- **Chiller C4 futura installazione:** Perdita che interessi il circuito posto all'esterno dell'edificio, in cui fluisce l'Ammoniaca allo stato liquido ad alta pressione, attraverso un foro sulla tenuta di una flangia di sezione pari a 0,1 mm² creatasi lungo il percorso delle tubazioni che trasportano la sostanza dal condensatore evaporativo al ricevitore di stoccaggio.

Condizioni di stabilità atmosferica considerate (secondo D.lgs. 105/2015):

- classe D5, classe di stabilità neutra, periodo diurno e velocità del vento 5 m/sec
- classe F2, classe di stabilità molto stabile, periodo notturno e velocità del vento 2 m/sec

Dati meteorologici utilizzati (in base alla località dell'impianto in esame):

- Temperatura MEDIA: diurna 15°C, notturna 11°C
- Direzione vento dominante E
- Umidità MEDIA 80%

Dati input della sorgente di emissione Chiller C1:

- Sostanza rilasciata: Ammoniaca (NH₃)
- Temperatura di rilascio 90°C

- Pressione di rilascio 13 atm
- Portata rilascio 0,0030 kg/sec
- Quantità totale rilasciabile 272 kg (quantità contenuta nell'impianto)
- Quota rilascio 7 m

Dati input della sorgente di emissione Chiller C2 e C3:

- Sostanza rilasciata: Ammoniaca (NH₃)
- Temperatura di rilascio 90°C
- Pressione di rilascio 13 atm
- Portata rilascio 0,0033 kg/sec
- Quantità totale rilasciabile 34 kg (quantità contenuta nell'impianto)
- Quota rilascio 2,5 m

Dati input della sorgente di emissione Chiller C4:

- Sostanza rilasciata: Ammoniaca (NH₃)
- Temperatura di rilascio 90°C
- Pressione di rilascio 13 atm
- Portata rilascio 0,0033 kg/sec
- Quantità totale rilasciabile 300 kg (quantità contenuta nell'impianto)
- Quota rilascio 8 m (quota copertura 5,80 m più altezza sorgente c.a. 2 m)

7.1 ESITI

Gli esiti della simulazione, per entrambe le condizioni atmosferiche, e per la concentrazione presente sottovento al rilascio, in base alle tre soglie indicate, vengono sintetizzate nella seguente tabella.

CHILLER C1 - Estensione zona di pericolo sottovento			
Soglia	D5	Soglia	F2
50 ppm	--	50 ppm	--
25 ppm	--	25 ppm	--
10 ppm	--	10 ppm	153 m

CHILLER C2 e C3 posizione attuale - Estensione zona di pericolo sottovento			
Soglia	D5	Soglia	F2
300 ppm	--	300 ppm	32 m
100 ppm	27 m	100 ppm	68 m
50 ppm	41 m	50 ppm	100 m

CHILLER C4 - Estensione zona di pericolo sottovento			
Soglia	D5	Soglia	F2
50 ppm	--	50 ppm	--
25 ppm	--	25 ppm	--
10 ppm	--	10 ppm	138 m

Si precisa che le distanze indicate nella tabella sono relative alla concentrazione calcolata al livello del suolo. La distanza indica l'estensione della zona di pericolo sottovento, entro la quale i livelli di concentrazione di inquinante, a livello del suolo, possono superare il livello indicato.

7.2 CONCLUSIONI

Le simulazioni effettuate, condotte in riferimento a ipotesi ragionevolmente conservative (rilascio continuo a portata costante per 60 minuti), confermano come in condizioni di stabilità atmosferica e vento debole la dispersione delle nubi in elevate concentrazioni raggiunga distanze più consistenti rispetto alle condizioni, più frequenti, di moderata instabilità atmosferica.

Dall'analisi effettuata, dunque, presupposto che:

- essendo le tubazioni in acciaio di alta qualità adatto alle basse temperature, saldato da operatori abilitati secondo procedure qualificate, sottoposte a CND e ad iter di collaudo a vuoto ed in pressione, è possibile dichiarare che il manifestarsi di una cricca sulle tubazioni esterne di alta temperatura sia di bassa probabilità;
- il condensatore evaporativo è installato all'esterno, a quota campagna;
- l'intervento degli operatori qualificati avviene entro un tempo stimato massimo di 60 minuti;

La concentrazione di **300 ppm** (soglia di IDLH, la più elevata tra quelle considerate) per le condizioni meteo prese in esame, conformemente a quanto indicato dal D.lgs. 105/2015, viene raggiunta solo in uno scenario:

- Chiller C2 e C3: 300 ppm a 32 m, con classe di stabilità F2 ed intensità del vento pari 2 m/sec; condizione meteorologica estremamente sfavorevole alla dispersione degli inquinanti nell'atmosfera;
- Chiller C1: 10 ppm a 153 m con classe di stabilità F2 ed intensità del vento pari 2 m/sec; condizione meteorologica estremamente sfavorevole alla dispersione degli inquinanti nell'atmosfera;
- Chiller C4: 10 ppm a 138 m con classe di stabilità F2 ed intensità del vento pari 2 m/sec; condizione meteorologica estremamente sfavorevole alla dispersione degli inquinanti nell'atmosfera.

Un'eventuale emissione in atmosfera proveniente dai Chiller C2 e C3, in caso di condizioni atmosferiche F2, potrebbe coinvolgere alcuni punti sensibili, tra cui un piccolo gruppo di abitazioni limitrofe, situato all'interno dell'area interessata, oltre che una porzione di Via Firenze. In ogni caso, nessuna area è interessata da situazioni di pericolo immediato, in quanto le concentrazioni risultano inferiori all'IDLH. La concentrazione massima raggiunta al suolo, ad una distanza di 60 m dalla sorgente di emissione in corrispondenza dell'abitazione più vicina, risulta essere pari a 123 ppm, come di seguito riportato:

THREAT AT POINT:

Concentration Estimates at the point:

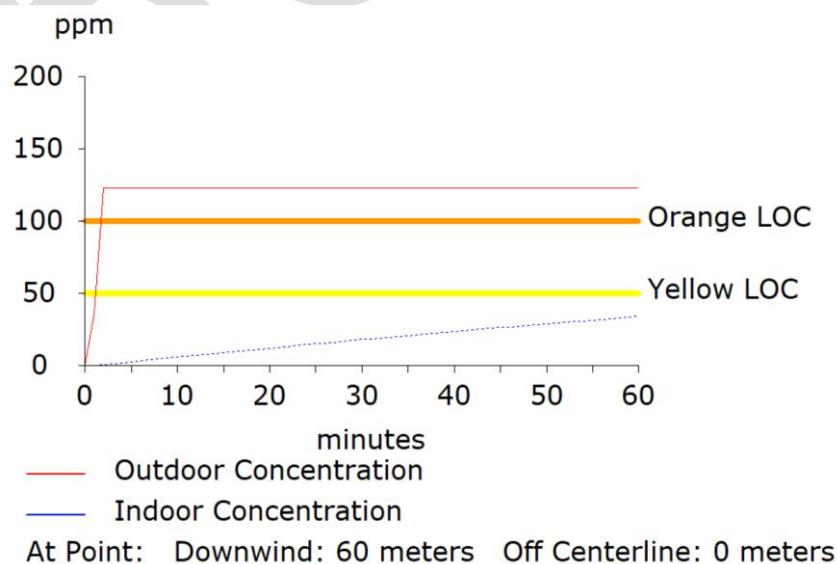
Downwind: 60 meters

Off Centerline: 0 meters

Max Concentration:

Outdoor: 123 ppm

Indoor: 33.9 ppm



In seguito allo spostamento di C2 e C3 e all'installazione di uno scrubber dedicato su ciascun gruppo chiller, lo scenario calcolato per il chiller C4 può essere applicato anche ai chiller C2 e C3, in quanto:

- tutte le possibili sorgenti di emissione all'interno del cabinato verranno di fatto abbattute dallo scrubber;
- lo spostamento degli impianti in copertura favorisce una migliore diluizione dell'eventuale emissione, riducendo la ricaduta al suolo.

Questo comporterebbe che un'eventuale fuga di Ammoniaca, originatasi da un foro sulla tenuta di una flangia sul circuito di Ammoniaca liquida ad alta pressione esterna al cabinato, in condizioni meteorologiche estremamente sfavorevoli alla diluizione verticale, avrebbe un effetto di ricaduta al suolo in concentrazioni ben inferiori ai livelli di soglia TLV e prevalentemente di carattere odorigeno.

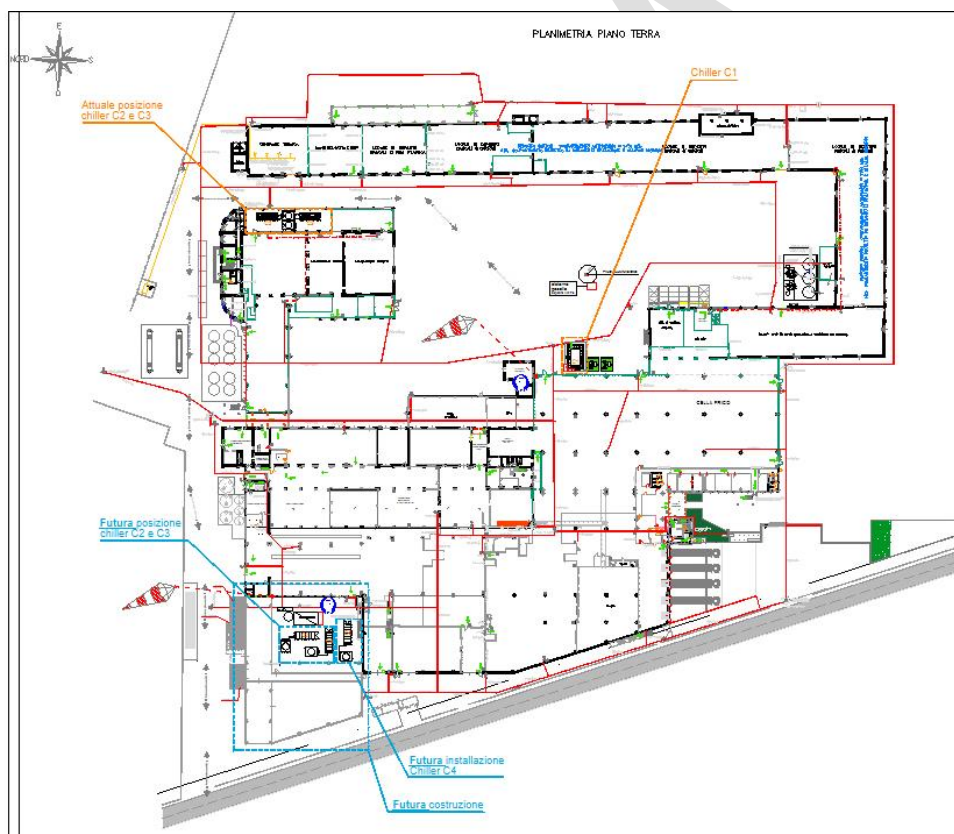
BOLZA

7.3 MISURE ADOTTATE PER RIDURRE IL RISCHIO DI RILASCIO ACCIDENTALE DI AMMONIACA

Le misure che possono essere applicate all'impianto perché venga ridotto il rischio di rilascio accidentale di sostanza nell'atmosfera potrebbero essere:

- Costruzione di strutture portanti primarie e secondarie rispondenti a normativa antisismica vigente;
- Utilizzo di materiali e procedure qualificate;
- Esecuzione di controlli periodici e manutenzioni ordinarie;
- Evitare la possibilità che si verifichino impatti e interventi dolosi;
- Adeguato coordinamento degli operatori qualificati.

Si rende noto inoltre che, per consentire il miglior svolgimento possibile delle attività di intervento in caso di fuga accidentale di Ammoniaca, viene predisposta l'installazione di una **manica a vento**, posizionata sul tetto dello stabilimento, in posizione non occlusa, dove non possa subire interferenze, e in modo che sia visibile e che possa permettere di individuare immediatamente direzione e forza del vento.



Posizionamento manica a vento

8. VALUTAZIONE RISCHIO CHIMICO

NOTA IMPORTANTE: per una lettura più agevole del presente documento, nel seguente capitolo vengono riportati solamente i dati di base e le conclusioni della Relazione di Valutazione del Rischio Chimico per esposizione all'Ammoniaca. La relazione, completa di dati dettagliati, metodologie e calcoli, è disponibile al Capitolo 17.

Norme di riferimento:

- Regolamento CE n. 1272/2008 (CLP – Classification, Labelling, Packaging) e Regolamento (UE) 2017/542 della Commissione del 22/03/2017

Dati analizzati

La trattazione seguente è finalizzata alla valutazione del rischio sulla salute per il personale abilitato in caso di esposizione per inalazione e contatto alla sostanza Ammoniaca.

Eventi presi in esame come possibilità di esposizione incidentale alla sostanza Ammoniaca:

1. SCENARIO 1: **ASSENZA DI FUGA** il sistema è chiuso in tutte le sue parti. L'esposizione è considerata trascurabile, escludendo il caso di anomalie, incidenti, errori.
2. SCENARIO 2: **PRESENZA DI FUGA** fuga accidentale, la fuoriuscita è limitata al locale senza presenza continuativa di personale. L'accesso è consentito solo a personale autorizzato e adeguatamente formato e addestrato. Sono presenti sistemi di controllo adeguati a contenere l'esposizione (rilevatori, estrazione, valvole di sicurezza)

8.1 ESITI

SCENARIO 1: **ASSENZA DI FUGA**

Rischio cumulativo rischio salute (INALAZIONE E CONTATTO)	
$R_{cum} = 20,48$ $15 \leq R_{cum} \leq 21$	Intervallo di incertezza. È necessario, prima della classificazione in rischio irrilevante per la salute, rivedere con scrupolo l'assegnazione dei vari punteggi, rivedere le misure di prevenzione e protezione adottate e consultare il medico competente per la decisione finale.

SCENARIO 2: **PRESENZA DI FUGA**

Rischio cumulativo rischio salute (INALAZIONE E CONTATTO)	
$R_{cum} = 27,05$ $21 \leq R_{cum} \leq 40$	RISCHIO SUPERIORE AL RISCHIO CHIMICO IRRILEVANTE PER LA SALUTE. Applicare gli articoli 225, 226, 229 e 230 D.Lgs. 81/08

9. PROCEDURE DI SICUREZZA – GESTIONE DEL GAS TOSSICO AMMONIACA

9.1 GESTIONE DELLA SICUREZZA

Ai fini del rispetto delle prescrizioni e al fine di ridurre i rischi e intervenire prontamente in caso di incendio o fuga di Ammoniaca, sarà cura della Proprietà e del Direttore Tecnico mantenere la sorveglianza sui locali, far eseguire la manutenzione degli impianti, addestrare e formare il personale sull'uso dei mezzi di sicurezza e le procedure di emergenza.

L'azienda ha già ottemperato agli adempimenti della legge 81/08 ai fini della sicurezza dei lavoratori ed è stato redatto e portato a conoscenza di tutti i lavoratori il piano di emergenza.

9.2 PERSONALE PATENTATO

In ottemperanza alle disposizioni di cui al R.D. 9.1.1927 N. 147 e successive integrazioni e modifiche, a conservare, custodire ed utilizzare gas tossico AMMONIACA è prescritta la presenza di operatori abilitati, presenti sul posto o reperibili e disponibili all'intervento in caso di emergenza in un tempo massimo stimato di un'ora.


La Società **Valcolatte S.r.l.** con sede in Via Firenze n.16 Pontenure – Valconasso (PC) ha incaricato i Sigg:


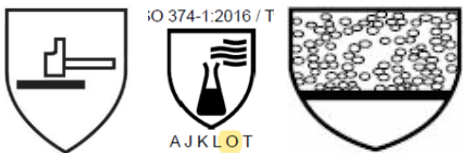

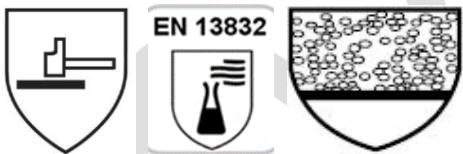



- **Ciro Buonocore**, nato a Nocera Superiore (SA), residente a San Giorgio P.no (PC), in possesso della patente di abilitazione conseguita il 28/11/2023;
- **Giacomo Corradi**, nato a Fiorenzuola d'Arda (PC), residente a Alseno (PC), in possesso della patente di abilitazione nr. 01/2023 conseguita il 28/11/2023;
- **Marco Losi**, nato a Piacenza (PC), residente a Podenzano (PC), in possesso della patente di abilitazione conseguita il 28/11/2023;
- **Matteo Minniti**, nato a Fiorenzuola d'Arda (PC), residente a Piacenza (PC), in possesso della patente di abilitazione nr. 212, conseguita il 20/12/2023;
- **Pietro Laucello**, nato a Codogno (LO), residente a Castelgerundo (LO), in possesso della patente di abilitazione nr. 377/23, conseguita il 01/12/2023.

Si allega copia dei patentini gas tossici.

9.3 MEZZI DI PROTEZIONE

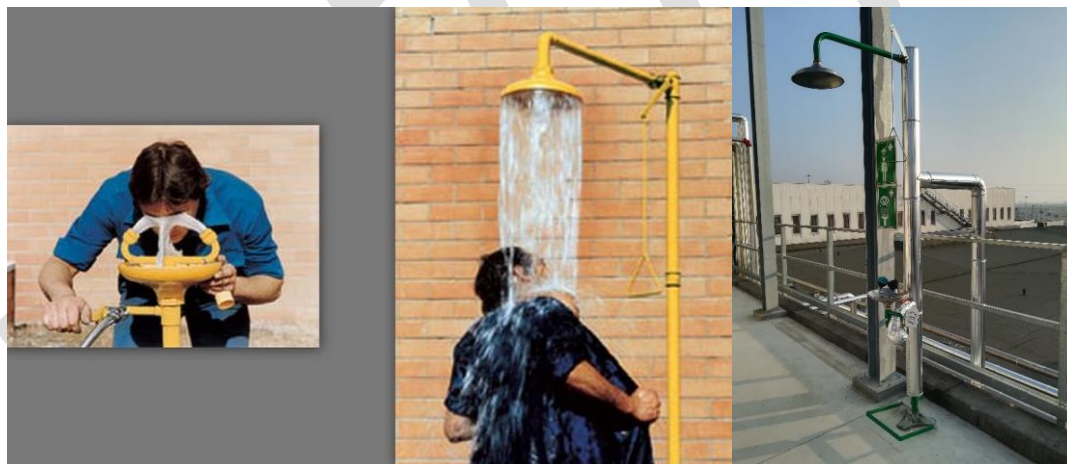
In ottemperanza alle norme UNI 8011 del dicembre 1979, in apposito armadio protetto e accessibile a ridosso dello stabilimento (vedasi planimetria allegata alla Relazione per l'esatto posizionamento) sarà custodito il seguente materiale (dispositivi di protezione individuale D.P.I. necessari per equipaggiare due persone preposte dotate di patentino gas tossici):

Quantità	DPI	
n°2	maschere antigas a facciale intero dotate di filtro monovalente per Ammoniaca tipo 300 K2	

n°2	filtri monovalenti per Ammoniaca tipo 300 K2 di ricambio	
n°2 paia	guanti in gomma con caratteristiche di resistenza chimica, resistenza a particelle e resistenza meccanica 	
n°2 paia	stivali in gomma con caratteristiche di resistenza chimica, resistenza a particelle e resistenza meccanica 	
n°2	tute protettive con caratteristiche di resistenza chimica, resistenza a particelle e resistenza meccanica 	

n°1	valigetta di pronto soccorso a norma	
n°1	flacone di soluzione lavaocchi (opzionale)	

Per la sicurezza degli operatori è installata, nei pressi della sala macchine, come meglio illustrato nelle tavole allegate alla presente Relazione, una unità di lavaggio munita di lava occhi e doccia per tutto il corpo con comando manuale di emergenza collegato ad una valvola di adduzione dell'acqua. Saranno rese disponibili le documentazioni tecniche dei costruttori.



9.4 PROCEDURE DI VESTIZIONE

Procedura con filtro K2:

- a. Togliere le scarpe;
- b. Indossare la tuta, a meno del cappuccio, chiudere la cerniera;
- c. Indossare gli stivali e portare l'elastico della tuta al di sopra degli stivali;
- d. Verificare la tenuta della maschera sul viso;
- e. Applicare il filtro K2 alla maschera, rimuovendo preventivamente i tappi;
- f. Indossare la maschera, verificando nuovamente la tenuta;
- g. Portare la testiera in gomma sul retro del capo e regolare tutte le cinghie in modo da permettere l'adesione della maschera al viso;
- h. Indossare il cappuccio della tuta al di sopra della maschera;
- i. Chiudere la patta adesiva;
- j. Indossare i guanti e portare gli elastici dei polsini al di sopra dei guanti.

9.5 NOTA SULLA DETENZIONE E MANIPOLAZIONE

L'Ammoniaca è trasportata e scaricata in bombole nel locale macchine dall'Azienda fornitrice, in possesso dei requisiti necessari per tale attività.

Lo stoccaggio delle bombole è inesistente poiché l'introduzione del gas tossico nell'impianto avviene in modo simultaneo da parte del Costruttore dello stesso con operatori propri abilitati. Lo stesso Costruttore è incaricato della manutenzione e di ogni altra operazione sull'impianto atta al migliore funzionamento.

Ogni operazione di carico/scarico e manutenzione è verbalizzata su apposito registro a cura del Direttore Tecnico. L'Utente presidia l'impianto mediante i propri operatori abilitati e segue le procedure redatte dal Direttore Tecnico per il mantenimento dell'efficienza dei dispositivi di sicurezza.

Il Direttore Tecnico sovrintende le operazioni ed esegue periodiche simulazioni di allarme, verbalizzate su apposito registro.

9.6 FORMAZIONE E INFORMAZIONE DEL PERSONALE E PROCEDURE DI EMERGENZA

È stata redatta a cura della Proprietà, con il supporto del Direttore Tecnico e di altri Tecnici Specializzati, una valutazione dei rischi da incendio e da inquinamento tossicologico al fine di addestrare una squadra di pronto intervento adatta ad intervenire sull'impianto in caso di emergenza.

Tutte le procedure di emergenza saranno sottoposte a prove pratiche di intervento così come l'uso dei mezzi antincendio e il monitoraggio dei dispositivi di segnalazione e allarme.

Un adeguato piano di manutenzione sarà programmato e posto in opera al fine di mantenere efficienti tutti i dispositivi di sicurezza meccanica, i sensori e i dispositivi antincendio.

Sarà reso disponibile un registro dove compariranno tutte le attività di formazione del personale, le operazioni di sorveglianza e di manutenzione della centrale inclusi i dispositivi di sicurezza.

10. PROCEDURE DI MANUTENZIONE DEI SISTEMI DI SICUREZZA

Il personale abilitato ed il Direttore Tecnico devono eseguire delle verifiche periodiche dello stato di manutenzione dei dispositivi di protezione individuale e ambientale secondo le procedure descritte e notificarle sull'apposito registro. Le manutenzioni ordinarie all'impianto frigorifero sono elencate e registrate su documenti dedicati

CONTROLLI GIORNALIERI A cura degli operatori abilitati	
ODORIGENO E VISIVO	verificare la presenza di odori derivanti da fughe inferiori alla prima soglia verificare la presenza di anomalie o danni all'impianto verificare la possibile presenza di Ammoniaca nella vasca di abbattimento
D.P.I.	accertare che l'area sia facilmente accessibile e che non sia impedita dalla presenza di ostacoli
DOCCIA E LAVAOCCHI	accertare che l'unità sia facilmente accessibile e che l'area non sia impedita dalla presenza di ostacoli controllare che non esistano segni di danneggiamento controllare la regolare erogazione dell'acqua

CONTROLLI SETTIMANALI A cura degli operatori abilitati	
VALVOLE DI INTERCETTO MANUALI	controllare funzionalità delle valvole di intercetto manuali (come sotto descritto)

CONTROLLI MENSILI A cura degli operatori abilitati	
D.P.I.	verificare lo stato di conservazione ed efficienza, in particolare la data di scadenza del filtro e quella di revisione della bombola accertare la completezza della dotazione della cassetta di pronto soccorso
SCRUBBER	verificare: pressione acqua di alimento attivazione del gruppo di spinta acqua pulizia dei filtri e degli ugelli attivazione e portata aria estrattori
VASCA ABBATTIMENTO	verificare il livello dell'acqua e pH

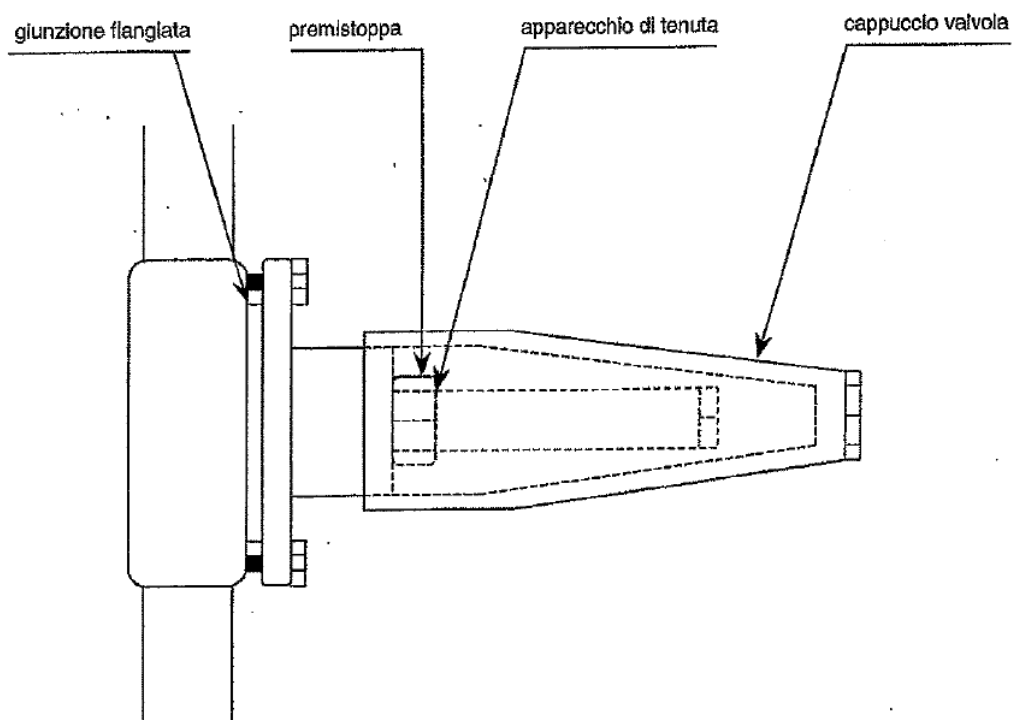
CONTROLLI SEMESTRALI A cura del Direttore Tecnico con il supporto di Soc. specializzate	
SENSORI RILEVAMENTO FUGA AMMONIACA	manutenzione e verifica della taratura da parte di Soc. specializzata verificare il funzionamento delle procedure automatiche ai tre livelli di allarme
PULSANTE DI SGANCIO TENSIONE	verificare il corretto funzionamento
PULSANTE DI ALLARME INCENDIO	verificare il corretto funzionamento

CONTROLLI ANNUALI A cura degli operatori abilitati	
DOCCIA E LAVAOCCHI	smontare e controllare la pulizia dei rubinetti e delle valvole

PROCEDURA CONTROLLO VALVOLE NH₃

Ad ogni valvola eseguire il seguente controllo:

1. Controllo visivo: si controlla che la valvola non presenti ruggine, crepe e che il cappuccio sia integro;
2. Togliere il cappuccio della valvola: con la chiave inglese svitare il cappuccio della valvola rimanendo di fronte alla valvola stessa per evitare un'eventuale fuoriuscita di Ammoniaca dal forellino posto sul lato del cappuccio;
3. Controllare che non ci siano perdite di Ammoniaca con dischi di zolfo e/o acido acetico e/o rilevatore portatile sulle giunzioni flangiate e apparecchi di tenuta;
4. Mediante chiave inglese controllare serraggio del premistoppa della valvola;
5. Controllare che lo stelo della valvola sia lubrificato (ripristinare se necessario con grasso beacon EP0);
6. Rimettere il cappuccio alla valvola e stringere con chiave inglese;
7. Scrivere l'esito del controllo nella casella corrispondente al numero della valvola sulla scheda di controllo;
8. Nel caso in cui si riscontrasse un'anomalia, avvisare il responsabile della centrale frigo e annotare sulla scheda di controllo l'anomalia rilevata.



11. PROCEDURA PER OPERAZIONI ORDINARIE

Durante le attività di verifica periodica in condizioni di operatività ordinaria, è necessario attenersi alle seguenti modalità:

- I chiller sono installati in cabinati, l'ingresso non è possibile. Per accedere all'impianto è necessario aprire le apposite porte ed operare dall'esterno;
- Gli eventuali addetti non in possesso di patente di abilitazione alla manipolazione di gas tossico Ammoniaca, in corso di validità (ad esempio elettricisti, edili, etc.), devono sempre essere affiancati da personale patentato durante le operazioni;
- Ogni addetto che opera sull'impianto o nei pressi di possibili sorgenti di emissione deve essere dotato di maschera con filtro K2 già applicato e pronta all'utilizzo in caso di emergenza.

12. PROCEDURA DI INTERVENTO DI EMERGENZA

12.1 SORGENTI DI EMISSIONE

Sorgente	Livello di pericolo	Causa	Azione preventiva in esercizio
Tenuta compressore	alto	Usura ordinaria	Eseguire la sostituzione periodica prevista dal n. ore di lavoro
		Disallineamento	Eseguire il controllo periodico
Tenuta pompa	alto	Usura ordinaria	Eseguire la sostituzione periodica prevista dal n. ore di lavoro
Tenuta valvola	medio	Difetto	Controllo visivo esterno verificando la presenza di crepature
Flangia	medio	Difetto	Controllo visivo esterno verificando la presenza di crepature
Tubo privo di coibentazione	basso	Cricca (creep) da corrosione	Controllo spessimetrico decennale con PnD a ultrasuoni
Tubo con coibentazione e benda grassa	basso	Cricca (creep) da corrosione	Controllo spessimetrico decennale con PnD a ultrasuoni
Tubo con coibentazione e privo di benda grassa	medio	Cricca (creep) da corrosione	Controllo spessimetrico decennale con PnD a ultrasuoni
Saldatura tubo	basso	Cricca (creep) da corrosione	Controllo spessimetrico decennale con PnD a ultrasuoni
Attacco portastrumenti con coibentazione e benda grassa esposta	basso	Cricca (creep) da corrosione	Controllo spessimetrico decennale con PnD a ultrasuoni
Attacco portastrumenti con coibentazione e privo di benda grassa	alto	Cricca (creep) da corrosione	Controllo spessimetrico decennale con PnD a ultrasuoni
Recipiente in pressione privo di coibentazione	basso	Cricca (creep) da corrosione	Controllo spessimetrico decennale con PnD a ultrasuoni
Recipiente in pressione con coibentazione e benda grassa	basso	Cricca (creep) da corrosione	Controllo spessimetrico decennale con PnD a ultrasuoni
Recipiente in pressione con coibentazione e privo di benda grassa	medio	Cricca (creep) da corrosione	Controllo spessimetrico decennale con PnD a ultrasuoni
Serpentino condensatore	basso	Cricca (creep) da corrosione	Controllo qualità dell'acqua di condensazione

Il livello di pericolo è determinato da:

- dimensione del foro di emissione previsto dalla normativa ATEX e conseguente portata di emissione alle condizioni di esercizio
- probabilità di accadimento della rottura in relazione all'azione preventiva applicata

Per le attrezzature a maggior rischio di corrosione si suggerisce un controllo visivo annuale.

12.2 IDENTIFICAZIONE DELLA SORGENTE DI EMISSIONE

In caso di fuga Ammoniaca, previo utilizzo dei DPI, l'identificazione della sorgente di emissione avviene attraverso le modalità descritte nel seguito. L'intervento deve essere eseguito da almeno n.2 operatori.

Presenza di pozza liquida al suolo → è localizzata sul circuito di bassa Pressione (e bassa Temperatura) e la possibile sorgente di emissione è la tenuta di una pompa (elevata probabilità) o la tenuta di una valvola d'intercetto coibentata (bassa probabilità) o una cricca (bassa probabilità).

Emissione di gas → è localizzata sia sul circuito di alta Pressione sia su quello di bassa Pressione. Nel primo caso la portata di emissione è maggiore a causa della maggior Pressione e perché non è presente coibentazione ad ostacolare la fuga. Nel secondo caso, al contrario, la portata di emissione è minore a causa della minor Pressione e perché è presente coibentazione ad ostacolare la fuga.

L'identificazione della fuga avviene:

- verificando sulla centralina di gestione dei rilevatori quale è intervenuto per primo e quale quantità rileva
- in caso di fuoriuscita di liquido è ben visibile il gocciolamento o zampillo dall'orifizio
- in caso di fuga di gas è possibile localizzare la sorgente di emissione attraverso:
 - presenza di rumore dovuto al passaggio del gas nell'orifizio
 - pastiglia di zolfo → deve essere accesa con una fiamma in zona aerata distante dall'impianto e si esegue un passaggio sulle possibili sorgenti di emissione; la combustione dello zolfo in presenza di Ammoniaca genera un fumo ben visibile
 - acido acetico → contenuto in minima quantità all'interno di una bottiglia in PET da 0,5 litri, deve essere spruzzato attraverso una cannula sulle possibili sorgenti di emissione; in presenza di Ammoniaca genera un fumo ben visibile

12.3 PROCEDURA DI CONTENIMENTO DELL'EMISSIONE

Identificata la sorgente di emissione o il tratto di tubazione o il recipiente o il componente su cui è presente, si deve procedere al contenimento della fuga attraverso le modalità descritte nel seguito.

- isolare la sorgente di emissione a monte e a valle agendo sulle valvole d'intercetto, ovvero svitando il cappellotto di protezione e, attraverso una chiave inglese, agire sullo stelo ponendo l'otturatore in chiusura
- nel caso sia presente una pozza di liquido si deve evitare l'utilizzo diretto di acqua perché la pozza è composta da fluido refrigerante in bassa temperatura ($<0^{\circ}\text{C}$) e si genera una reazione fisica violenta e pericolosa per l'operatore. Preventivamente si deve utilizzare sabbia o segatura per assorbire l'Ammoniaca liquida e successivamente è possibile utilizzare acqua, con impianto spento e privo di alimentazione EE, per l'abbattimento definitivo fino ad esaurimento dell'Ammoniaca contenuta nel tratto o componente isolato
- nel caso di fuga di gas l'abbattimento deve essere eseguito con un getto d'acqua, con impianto spento e privo di alimentazione EE
- se la quantità di Ammoniaca contenuta nel tratto isolato è di modesta entità, l'assorbimento è possibile tramite il lavaggio dell'aria mediante l'attivazione dello scrubber (con attivazione manuale se non si è raggiunta la soglia d'intervento in automatico)

Il tratto di tubazione o componente interessato dalla fuga di Ammoniaca può essere riutilizzato esclusivamente dopo un intervento di manutenzione eseguito da Soc. specializzata e certificato. In particolare:

- componenti e materiali di ricambio
- procedure di saldatura
- prove non distruttive per le saldature
- collaudo in pressione
- collaudo in vuoto

L'evento deve essere registrato nell'apposito registro di manutenzione straordinaria e corredato dai certificati richiesti.

12.4 FUGA DI AMMONIACA

Le procedure d'intervento in caso di attivazione dei rilevatori sono:

prima soglia 50 ppm - tossicità

- la soglia non è da considerarsi di pericolo elevato e gli operatori devono allertare il personale abilitato alla manutenzione, ciononostante è necessario indossare i DPI con maschera a filtro K;
- controllare la presenza di infortunati all'interno del locale
- identificare la sorgente di emissione e intervenire con l'opportuna procedura di contenimento

seconda soglia 300 ppm - esplosività

- gli operatori devono indossare i DPI, delimitare il passaggio nel raggio di 50 m, allertare il personale abilitato alla manutenzione ed i VVF (se il raggiungimento della soglia avviene nonostante l'azionamento dello scrubber, ove presente)
- verificare la presenza di emissioni all'esterno che raggiungono strade ad alta viabilità o edifici confinanti e, nel caso, allertare le dirette proprietà o Enti di gestione e VVF
- controllare la disattivazione automatica dell'erogazione di corrente elettrica ed eventualmente agire manualmente sul pulsante di sgancio, controllare l'accensione del sistema di illuminazione di emergenza
- controllare la presenza di infortunati all'interno del locale
- identificare la sorgente di emissione e intervenire con l'opportuna procedura di contenimento

Sulla base dell'art.46, lettere f e g), del R.D. n.147/1927 non è consentita la rioccupazione dei locali nei quali è avvenuta una fuga di Ammoniaca o per i quali si è ritenuta necessaria l'evacuazione ai fini della sicurezza, se non cessa ogni possibilità di danno per le persone.

Il consenso deve risultare da una formale dichiarazione scritta del Direttore Tecnico.

L'evento deve essere registrato nell'apposito registro di manutenzione straordinaria e corredato dai certificati richiesti.

12.5 INCENDIO

In caso di incendio nel locale:

- allertare il presidio V.V.F.
- sganciare l'erogazione di corrente elettrica
- azionare il pulsante di allarme incendio
- utilizzare gli estintori e la manichetta UNI45

12.6 PROCEDURA DI CARICO DELL'AMMONIACA

Il carico dell'Ammoniaca nell'impianto avviene esclusivamente all'interno della sala macchine, mediante la connessione della bombola al circuito di bassa pressione attraverso apposite tubazioni flessibili. Il travaso dell'Ammoniaca all'impianto, intesa come gas compresso liquefatto alla pressione di 9 bar, avviene per differenza di pressione essendo quest'ultimo posto in vuoto.

Durante le operazioni di carico dell'Ammoniaca deve essere osservata la seguente procedura:

- Gli operatori dovranno indossare i DPI con maschera e filtro K2 (più agevole per l'operatore e sicura dal momento che in area ventilata è improbabile il raggiungimento del limite operativo del filtro pari a 5.000 ppm)
- Verrà allertata preventivamente la squadra di emergenza
- Le operazioni di scarico delle bombole saranno eseguite dal personale patentato frigorista; sarà disponibile una manichetta UNI 45 connessa all'idrante in modo da poter eseguire l'abbattimento con acqua in caso di fuoriuscita accidentale

La procedura di inserimento dell'Ammoniaca e di attivazione della fase collaudo avviene come di seguito indicato:

- Viene scaricata per differenza di pressione n.1 bombola nel lato di bassa pressione dell'impianto

- Viene attivato n.1 compressore, preventivamente predisposto e caricato d'olio, per trasferire il gas refrigerante nella restante parte dell'impianto di alta pressione
- Le due fasi precedenti sono ripetute fino al caricamento di tutte le bombole
- Sconnesse le bombole dall'impianto, si prosegue con l'accensione del circuito frigorifero e la verifica dei parametri di pressione e temperatura impostati

L'inserimento di Ammoniaca nell'impianto deve essere eseguito esclusivamente da Soc. specializzata nella refrigerazione ind.le che presenterà il POS per approvazione almeno due settimane prima e non eseguirà alcuna operazione senza approvazione scritta e il coordinamento diretto del Direttore Tecnico. Quest'ultimo non fornirà alcuna approvazione senza il preventivo collaudo dei sistemi di sicurezza in adozione e la verifica dei test preliminari sull'impianto di refrigerazione nonché delle Dichiarazioni di Conformità.

L'acquisto di Ammoniaca deve essere eseguito dalla Società **Valcolatte S.r.l.** attraverso Soc. autorizzata che deve consegnare un Documento di Trasporto riportante la quantità di gas Tossico consegnata. Una copia del DDT deve essere allegata al registro di carico/scarico per la vidimazione da parte del Direttore Tecnico. La presenza del registro di carico/scarico è resa obbligatoria dall'Art.57 del R.D. 9 gennaio 1927 n°147, che prevede:

- registrazione dei flussi di immissione ed estrazione di Ammoniaca nell'impianto
- deve essere numerato e vidimato per ogni pagina da Autorità di Pubblica Sicurezza.

Il trasporto deve essere eseguito da Soc. dotata di mezzi e autisti autorizzati ADR.

La manipolazione dei recipienti deve essere eseguita da personale patentato e deve essere osservata la seguente procedura:

- devono essere utilizzati mezzi meccanici, anche in caso di bombole con carica inferiore a 75 kg, e idonei al peso del recipiente
- deve essere usata estrema cautela evitando urti con ostacoli durante la movimentazione
- deve essere usata estrema cautela nell'appoggio al suolo e deve essere posizionato in modo sicuro
- il recipiente deve permanere all'interno della sala compressori se l'operazione di carico non è immediata
- non è previsto lo stoccaggio di recipienti in sala compressori per operazioni di carico a lungo termine
- il recipiente può essere posizionato vicino al punto di carico limitatamente al tempo d'intervento, in posizione sicura, lontano da fonti di calore, riparato dal sole e dalle intemperie
- la connessione all'impianto e l'operazione di scarico deve essere eseguita dalla Soc. incaricata secondo procedure definite e con materiali idonei

13. PROCEDURE DI PRIMO SOCCORSO

Gli infortuni che possono occorrere per contatto con l'Ammoniaca sono l'inalazione, il contatto con la pelle e con gli occhi. Ogni infortunio necessita di un trattamento immediato ed appropriato di primo soccorso, la cui efficacia dipende dalla tempestività dell'intervento. È utile e necessario l'intervento di personale ospedaliero qualificato anche nei casi di minore entità.

13.1.1 INALAZIONE

L'inalazione di Ammoniaca può causare difficoltà alla respirazione e, nei casi più gravi, l'arresto respiratorio. La prima azione da eseguire, indossando la maschera con filtro K2, è allontanare l'infortunato dalla zona contaminata, tenerlo disteso, a riposo e al caldo in area riparata. Se necessario, somministrare ossigeno da parte di persona autorizzata. La respirazione artificiale è controindicata salvo nei casi di arresto della respirazione.

13.1.2 CONTATTO con la pelle e con gli occhi

Il contatto con la pelle può provocare effetti ustionanti, con gli occhi anche la perdita della vista. La prima azione è togliere gli indumenti contaminati e lavare con molta acqua. Non è consigliabile l'applicazione di pomate, unguenti, oli e sostanze stimolanti senza il parere preventivo di un medico. Coprire le ustioni solo con garza sterile. Non forare le vesciche causate dall'ustione. Se l'infortunato mostra sintomi di shock tenerlo disteso e a riposo.

Nel caso particolare di contatto con gli occhi, irrigarli per almeno 15 minuti con abbondante acqua a bassa pressione, mantenendo le palpebre ben aperte e facendo ruotare lentamente i bulbi oculari, anche se l'infortunato indossa lenti a contatto.

L'unità di lavaggio per tutto il corpo presente è costituita da una doccia con comando a leva collegata ad una valvola di adduzione dell'acqua.

13.1.3 INGESTIONE

L'ingestione è considerata una via di esposizione poco probabile.

14. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- ☐ R.D. 9 gennaio 1927, n. 147 e successive modifiche e integrazioni
- ☐ D.M. 10 giugno 1980
- ☐ Raccolta E ex ISPESL
- ☐ D. Lgs. 25 febbraio 2000, n. 93
- ☐ D.M 1 dicembre 2004, n. 329
- ☐ D. Lgs. 81/08 e successive modifiche e integrazioni
- ☐ D. Lgs. 12 giugno 2003, n. 233
- ☐ CEI EN 60079-10-2:2016
- ☐ D.P.R. 151/07 e successive modifiche e integrazioni
- ☐ UNI EN 378
- ☐ UNI EN 8011
- ☐ D. Lgs. 105/2015
- ☐ Scheda di Dati di Sicurezza dell'Ammoniaca Anidra redatta dalla Soc. Sapio Produzione Idrogeno Ossigeno S.r.l (aggiornamento agosto 2018)

15. LAYOUT DI RIFERIMENTO

- ☐ Cartiglio con Ns. rif. 128GT01PE01R0 tav. 1 e 2

Limena, **25/10/2024**

Il Direttore Tecnico

Ing. Luca Milanesi



Luca Milanesi

16. VALUTAZIONE DEL RISCHIO ATEX PER LA PRESENZA DI GAS, VAPORI O NEBBIE INFIAMMABILI IN SALA MACCHINE

16.1 PREMESSA

OBIETTIVI

Il documento sulla protezione dalle esplosioni elaborato ai sensi dell'articolo 294 ha i seguenti scopi:

a)	Trasmettere informazioni sui rischi per la sicurezza negli ambienti di lavoro, alle persone interessate: lavoratori, rappresentante dei lavoratori per la sicurezza (RLS)
b)	Monitorare se sono state introdotte le misure di prevenzione e protezione necessarie
c)	Fornire agli organi di controllo una prova che la valutazione è stata effettuata
d)	Provvedere ad una revisione nel caso di cambiamenti o insorgenza di nuovi rischi

CONTENUTI

Il presente documento contiene nei dettagli:

a)	La relazione sulla valutazione dei rischi per la sicurezza presenti nell'attività lavorativa in cui possono formarsi atmosfere esplosive e i criteri adottati per la valutazione e stima dei rischi stessi
b)	L'indicazione delle misure di prevenzione e protezione attuate e dei dispositivi di protezione individuale adottati a seguito della valutazione
c)	Il programma delle misure ritenute opportune per garantire il miglioramento nel tempo dei livelli di sicurezza
d)	L'indicazione delle procedure per l'attuazione delle misure da realizzare e i ruoli dell'organizzazione aziendale che vi debbono provvedere
e)	La documentazione di supporto

STESURA ED EMISSIONE DEL DOCUMENTO

Il presente piano viene redatto ed aggiornato a cura del datore di lavoro in collaborazione con il Responsabile del Servizio di prevenzione e protezione e il RLS, tenendo conto di osservazioni e suggerimenti fornite da tutti gli interessati.

CONSEGNA DEL DOCUMENTO

Il presente piano viene tenuto a disposizione degli organismi preposti alla gestione della sicurezza e degli organismi di controllo.

AGGIORNAMENTO DELLA VALUTAZIONE

Il riesame e l'eventuale aggiornamento della valutazione dei rischi viene effettuato annualmente e a seguito di possibili eventi o situazioni che lo rendano necessario. In particolare la valutazione è aggiornata in conseguenza a:

- modifica legislativa o regolamentare o di accordi volontari;
- modifica degli elementi dell'attività svolta e/o dei prodotti/servizi;
- monitoraggi o controlli periodici;
- progetti di nuovi prodotti o progetti di macchine o impianti nuovi/modificati o modifiche layout di produzione o modifiche di sostanze/preparati utilizzati.

Le modifiche al piano comportano la consultazione preventiva del RSPP e del RLS.

16.2 VALUTAZIONE

Descrizione del rischio

Il pericolo di esplosioni dovute a gas, vapori e nebbie infiammabili è strettamente legato ai materiali ed alle sostanze che intervengono all'interno dei processi produttivi o che vengono rilasciate a seguito di tale processo.

Classificazione dei luoghi pericolosi

Per procedere alla classificazione dei luoghi ove possono manifestarsi dei pericoli associati alla presenza di gas e vapori infiammabili è necessario procedere all'analisi delle Sorgenti di Emissione per ciascuna delle sostanze utilizzate, operando nel rispetto della CEI EN 60079-10-1:2023 nel seguente modo:

- Identificazione della Sorgente di emissione;

- Determinazione della portata di emissione e del grado di emissione, per ogni sorgente, basata sulla frequenza e sulla durata di emissione presumibile;
- Valutazione delle condizioni di ventilazione o diluizione e relativa efficacia;
- Determinazione del tipo di zona in base al grado di emissione e all'efficacia della ventilazione e diluizione;
- Determinazione dell'estensione della zona.

Sorgente di Emissione

Poiché un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas può esistere solamente se è presente un gas o un vapore infiammabile in miscela con l'aria, è necessario stabilire se nel luogo considerato possono essere presenti sostanze infiammabili. Nella generalità dei casi, tali gas e vapori (ed i liquidi e solidi infiammabili che possono generarli) sono contenuti all'interno di apparecchiature di processo che possono risultare a tenuta totale o meno. È necessario individuare dove l'atmosfera infiammabile può essere presente all'interno di un'apparecchiatura di processo, oppure dove un'emissione di sostanza infiammabile può creare un'atmosfera esplosiva all'esterno dell'apparecchiature di processo.

Le emissioni inoltre possono far parte del processo, per esempio il prelievo campioni, o possono verificarsi come parte di una procedura per la manutenzione di routine. Queste forme di emissione sono generalmente classificate con grado di emissione continuo o di primo grado. Le emissioni accidentali sono generalmente classificate come emissioni di secondo grado. Il grado o i gradi di emissione dipendono dalla possibile frequenza e durata dell'emissione stessa, in accordo con le seguenti definizioni:

- **SE di grado continuo:** emissione che esiste continuamente, o può essere prevista continuare frequentemente o per lunghi periodi.
- **SE di grado primo:** emissione che può essere prevista avvenire periodicamente oppure occasionalmente durante il funzionamento normale.
- **SE di grado secondo:** emissione che non è prevista avvenire nel funzionamento normale e, se essa avviene, è probabile accada solo poco frequentemente e per brevi periodi.

Stabilito il grado o i gradi dell'emissione, è necessario determinarne la portata di emissione e gli altri fattori che possono influenzare il tipo e l'estensione della zona.

Modalità di emissione

La caratteristica di ogni emissione dipende dallo stato fisico della sostanza infiammabile, dalla sua temperatura e pressione. Gli stati fisici comprendono:

- un gas, che può essere ad una pressione o una temperatura elevata;
- un gas liquefatto tramite l'applicazione della pressione, per esempio il GPL;
- un gas che può essere liquefatto solo tramite la refrigerazione, per esempio il metano;
- un liquido al quale è associata un'emissione di vapore infiammabile.

Alla fine, ogni modalità di emissione terminerà come un'emissione gassosa o di vapore e il gas o vapore potrà sembrare galleggiante, con un galleggiamento neutro oppure pesante (vedere Figura 1). Questa caratteristica influenzerà l'estensione della zona generata da una particolare modalità di emissione. L'estensione orizzontale della zona a livello del suolo generalmente aumenterà con l'aumento della densità relativa e l'estensione verticale di sopra della sorgente aumenterà generalmente con la diminuzione della densità relativa.

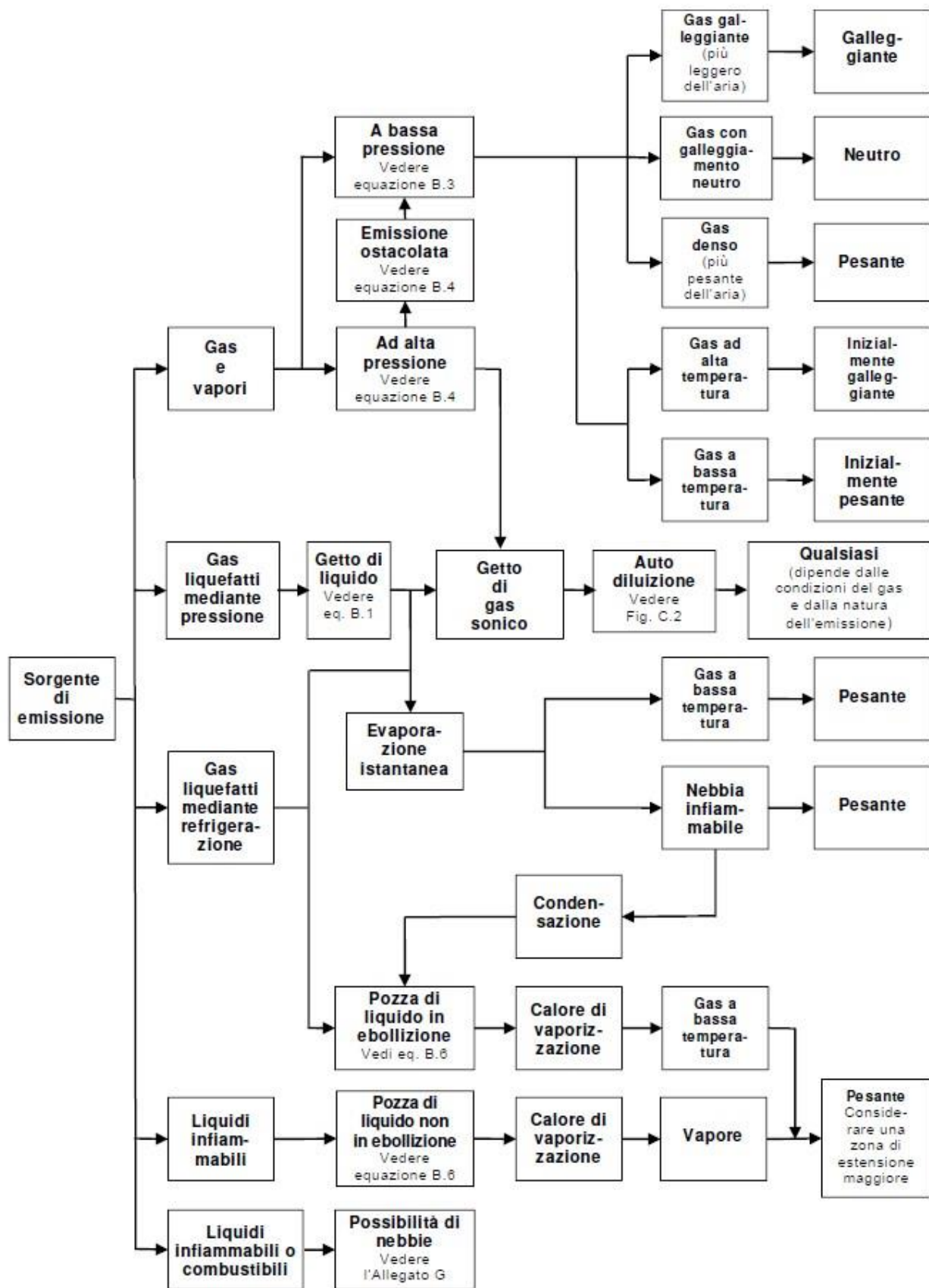


Figura 1 – Modalità di emissione

Ventilazione e diluizione

La dispersione o la diffusione di un gas o vapore nell'atmosfera è un fattore chiave per la riduzione della concentrazione del gas o del vapore al di sotto del limite inferiore d'infiammabilità.

La ventilazione e i movimenti dell'aria hanno due funzioni basilari:

- Aumentare la portata di diluizione e promuovere la dispersione per limitare l'estensione della zona.
- Evitare la persistenza di un'atmosfera esplosiva che potrebbe influenzare il tipo di una zona.

Sono riconosciuti tre gradi di diluizione:

- Diluizione Alta**
La concentrazione in prossimità della sorgente di emissione si riduce rapidamente e, dopo l'arresto dell'emissione, praticamente non ci sarà persistenza
- Diluizione Media**
Mentre l'emissione è in corso, la concentrazione è controllata determinando una zona in cui i limiti sono stabili e, dopo l'arresto dell'emissione, l'atmosfera esplosiva per la presenza di gas non persiste in modo ingiustificato
- Diluizione Bassa**
Mentre l'emissione è in corso la concentrazione è significativa, e/o dopo l'arresto dell'emissione, c'è una persistenza significativa dell'atmosfera infiammabile

Oltre alla tipologia di ventilazione (Se ventilazione naturale, artificiale generale e/o artificiale localizzata) si deve considerare il loro livello di disponibilità, definita come:

- Buona:** la ventilazione è presente praticamente con continuità
- Adeguate:** è previsto che la ventilazione sia presente durante il funzionamento normale. Sono ammesse delle interruzioni purché siano poco frequenti e per brevi periodi
- Scarsa:** la ventilazione non risponde alle normali prescrizioni di adeguata o buona, ma non è previsto che le interruzioni si manifestino per lunghi periodi

Le Zone Pericolose

Basandosi sulla frequenza di formazione e sulla durata di un'atmosfera esplosiva è possibile classificare un luogo pericoloso secondo le seguenti zone:

- Zona 0**
un luogo in cui un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas è presente continuativamente o per lunghi periodi o frequentemente.
- Zona 1**
Un luogo in cui un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas è probabile sia presente periodicamente oppure occasionalmente, durante il funzionamento normale.
- Zona 2**
un luogo in cui un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas non è probabile sia presente durante il funzionamento normale ma, se ciò avviene, è possibile che essa esista solo per un breve periodo.

Nella tabella seguente (Tabella D.1: CEI EN 60079-10-1) è riportato un sistema di determinazione delle zone pericolose in funzione del grado di emissione delle SE 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) ^b	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 dove, in condizioni normali, l'estensione è trascurabile

(a) Zona 0 NE, 1 NE oppure 2 NE indica una zona teorica dove, 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").

NOTA "+" significa "circondata da".

La disponibilità della ventilazione negli spazi chiusi naturalmente ventilati non deve mai essere considerata buona

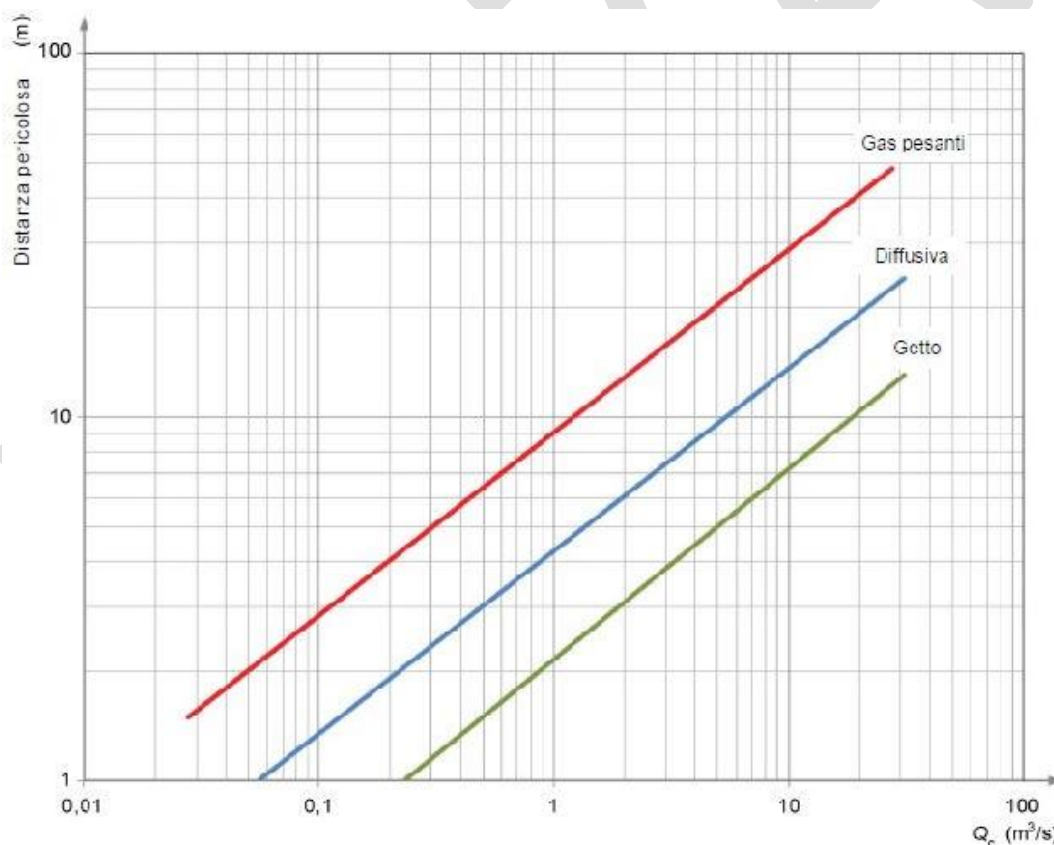
Estensione della zona pericolosa

L'estensione della zona pericolosa o della regione nella quale il gas infiammabile potrebbe manifestarsi si definisce come la 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.

Per determinare l'estensione delle zone pericolose per le varie modalità di emissione può essere utilizzato il diagramma in Figura D.1 di seguito riportato, come indicato nell'Allegato D della CEI EN 60079-10-1:2023.

La linea appropriata dovrebbe essere scelta in base al tipo di emissione:

- Un'emissione sottoforma di **getto** ad alta velocità, non ostacolata.
- Un'emissione **dispersiva** sottoforma di getto a bassa velocità oppure sottoforma di getto che perde la sua quantità di moto a causa della geometria dell'emissione oppure a causa dell'impatto con superfici poste nelle vicinanze.
- Gas o vapori pesanti** che si diffondono lungo superfici orizzontali (per esempio, il terreno).



Criterio di calcolo

VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI ATMOSFERA ESPLOSIVA ATEX

La valutazione analitica del rischio può essere determinata secondo la seguente formula:

$$R = P * C * D$$

dove R è il rischio, P è il fattore pericolo, ovvero la probabilità di esistenza del pericolo, C è il fattore di contatto, ovvero la probabilità che il pericolo P possa causare danni, e D è il fattore di danno stesso, che rappresenta l'entità dell'eventuale danno che potrebbe verificarsi. Per ogni sorgente di emissione, quindi, va stimato il rischio valutando la probabilità di esistenza di atmosfera esplosiva, di sorgenti di accensione e dei possibili effetti di una esplosione.

La formazione di un'atmosfera esplosiva dipende dalla presenza di una sostanza infiammabile, dal grado di dispersione della sostanza pericolosa, dalla concentrazione della stessa all'interno della zona pericolosa e dalla quantità di atmosfera esplosiva che potrebbe causare danni, in caso di accensione. A seconda del tipo di zona pericolosa che si è ottenuto dal calcolo descritto precedentemente, ci si può rifare alla seguente tabella per ottenere un indice numerico del fattore P.

Classificazione zona pericolosa	Descrizione	Indice P
<i>Zona 0</i>	luogo in cui l'atmosfera esplosiva è sempre presente o per lunghi periodi o frequentemente	3
<i>Zona 1</i>	luogo in cui l'atmosfera esplosiva è presente occasionalmente	2
<i>Zona 2</i>	luogo in cui l'atmosfera esplosiva non è probabile sia presente	1
<i>Zona NE</i>	luogo in cui l'atmosfera esplosiva non è presente	0

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.

Tipologia presenza	Descrizione	Indice C
<i>Sempre presente</i>	Esistono sempre una o più sorgenti efficaci che potrebbero determinare l'accensione della nube esplosiva	3
<i>Talvolta</i>	Le sorgenti efficaci potrebbero determinare talvolta l'accensione della nube esplosiva, in seguito a disfunzioni o malfunzionamenti	2
<i>Raramente</i>	Le sorgenti efficaci potrebbero determinare raramente o quasi mai l'accensione della nube esplosiva	1
<i>Inesistenti</i>	Le sorgenti efficaci non sono mai presenti e non possono determinare l'accensione della nube esplosiva	0

Per la determinazione del fattore D, la seguente tabella mostra la relazione tra la zona pericolosa e l'indice numerico associato.

Classificazione zona pericolosa	Descrizione	Indice D
<i>Zona 0</i>	l'atmosfera esplosiva è sempre presente o per lunghi periodi	3
<i>Zona 1</i>	l'atmosfera esplosiva è presente occasionalmente	2
<i>Zona 2</i>	l'atmosfera esplosiva è presente raramente o quasi mai	1
<i>Zona NE</i>	l'atmosfera esplosiva non è mai presente	0

A questo indice D vanno sommati altri fattori che serviranno per determinare il fattore D' da utilizzare per la valutazione del rischio da atmosfere esplosive. La tabella successiva illustra il modo in cui questi fattori intervengono nella determinazione del valore D'.

Elementi considerati	Indici		
	16.2.1.1 0,00	16.2.1.2 0,25	16.2.1.3 0,50
<i>Presenza lavoratori (PL)</i>	Nessuna	Saltuaria	Continua
<i>Indice esplosione gas (KG)</i>	Inferiore o uguale a 500 bar m/s	Compreso tra 500 e 1000 bar m/s	Superiore a 1000 bar m/s
<i>Volume nube (VZ)</i>	Inferiore a 10 dm ³	Compreso tra 10 e 100 dm ³	Superiore a 100 dm ³
<i>Confinamento nube (CN)</i>	Non confinata	Parzialmente confinata	Completamente confinata

Per ottenere il fattore D', al fattore D verranno sommati gli indici ottenuti dalla tabella precedente. Il valore ottenuto verrà arrotondato all'intero superiore, ossia

$$D' = D + PL + KG + VZ + CN$$

Un'altra tabella, simile alla precedente, permette di determinare gli indici di elementi del rischio da sommare al prodotto P * C * D'.

Elementi considerati	Indici		
	16.2.1.4 0	16.2.1.5 1	16.2.1.6 2
Presenza lavoratori (PL)	Nessuna	Saltuaria	Continua
Indice esplosione gas (KG)	Inferiore o uguale a 500 bar m/s	Compreso tra 500 e 1000 bar m/s	Superiore a 1000 bar m/s
Volume nube (VZ)	Inferiore a 10 dm ³	Compreso tra 10 e 100 dm ³	Superiore a 100 dm ³
Confinamento nube (CN)	Non confinata	Parzialmente confinata	Completamente confinata

In definitiva, quindi, il rischio di esplosione R viene determinato nel modo seguente:

$$R = (P * C * D') + PL + KG + VZ + CN$$

La classificazione dei livelli di rischio viene determinata in base al rischio R calcolato con la formula precedente. Nella seguente tabella si trovano le classi di rischio con la relativa descrizione.

Valore R	Rischio	Descrizione
0	Trascurabile	La presenza di atmosfere esplosive è quasi impossibile e non esistono sorgenti di accensione efficace. Il livello di esposizione è quasi nullo, quindi non ci sono danni a persone o beni. La probabilità di propagazione dell'esplosione è da ritenersi quasi nulla.
Compreso tra 1 e 9	Basso	La probabilità di presenza di atmosfere esplosive è estremamente limitata, così come la presenza di sorgenti di accensione efficaci. Il livello di esposizione è basso, quindi con danni limitati a persone e beni. La probabilità di propagazione dell'esplosione è da ritenersi estremamente limitata.
Compreso tra 9 e 18	Medio	La probabilità di presenza di atmosfere esplosive è limitata e possono esistere sorgenti di accensione efficaci. In caso di esplosione, il livello di esposizione è moderato, quindi con danni moderati a persone e beni. La probabilità di propagazione dell'esplosione è da ritenersi limitata.
> 18	Alto	La probabilità di presenza di atmosfere esplosive è alta, esistono sorgenti di accensione efficaci ed il livello di esposizione risulta elevato, quindi con danni notevoli a persone e beni. La probabilità di propagazione dell'esplosione è da ritenersi notevole.

16.3 CALCOLO ATEX GAS

Descrizione	E' stata effettuata una specifica valutazione dei rischi per la sicurezza associati al rischio esplosioni in conformità alle disposizioni normative contenute nel titolo XI e allegati XLIX e L del D.Lgs. 81/08.
Reparto/Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> Locale Chiller C1 Locali Chiller C2, C3 e C4

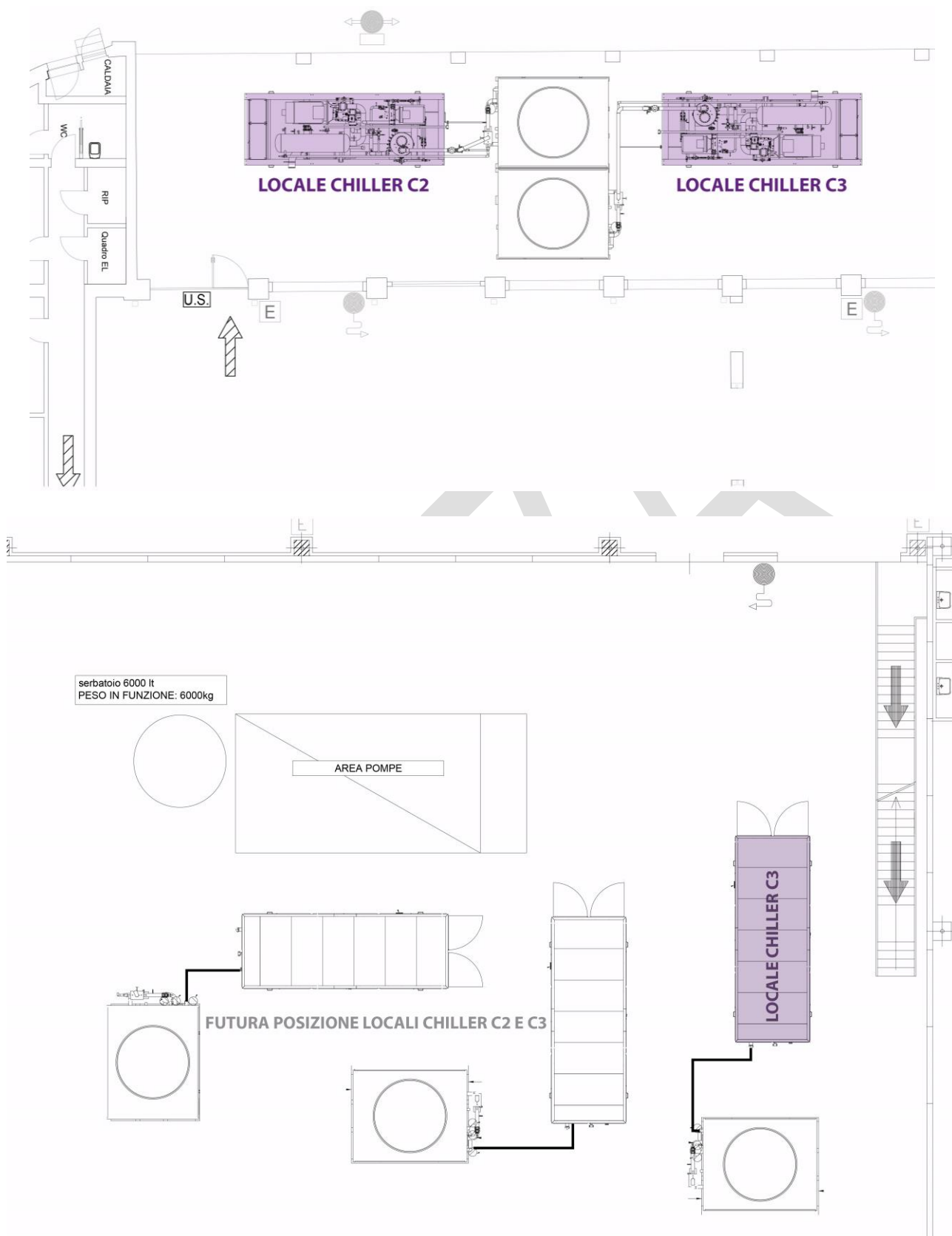
DETTAGLI AMBIENTE

Descrizione	Locale Chiler C1
Tipo ambiente	Chiuso
Superficie in pianta (m ²)	24,00
Altezza media (m)	3,20
Volume calcolato (m ³)	76,80
Volume libero (m ³)	61,44
Altitudine s.l.m. (m)	65,00
Pressione atmosferica (Pa)	100502,91
Velocità del vento (m/s)	1,30
Temperatura ambiente (°C)	20,00



Individuazione locali oggetto della classificazione.

Descrizione	Locale Chiller C2, C3 e C4 (locali analoghi)
Tipo ambiente	Chiuso
Superficie in pianta (m ²)	16,03
Altezza media (m)	2,93
Volume calcolato (m ³)	47,05
Volume libero (m ³)	37,64
Altitudine s.l.m. (m)	65,00
Pressione atmosferica (Pa)	100502,91
Velocità del vento (m/s)	1,30
Temperatura ambiente (°C)	20,00



Individuazione locali oggetto della classificazione.

DATI VENTILAZIONE

VENTILAZIONE ARTIFICIALE Locale Chiller C1

Portata di ventilazione (m ³ /s)	0,5900
Velocità aria (m/s)	0,0600
Disponibilità	Buona
Fattore di efficacia <i>f</i>	2

VENTILAZIONE ARTIFICIALE Locale Chiller C2, C3 e C4

Portata di ventilazione (m ³ /s)	4,4400
Velocità aria (m/s)	0,6000
Disponibilità	Buona
Fattore di efficacia <i>f</i>	2

BOLZA

DATI SORGENTE DI EMISSIONE

Le **Sorgenti di emissione individuate (SE)**, sono definite **Sorgenti di emissione di grado secondo** in quanto si tratta di emissioni che non sono previste avvenire nel funzionamento normale e, se esse avvengono, è probabile accada solo poco frequentemente e per brevi periodi.

Si riporta sotto la tabella B.1 della norma CEI EN 60079-10-1:2023, relativa alle sezioni dei fori suggerite per le emissioni di grado secondo:

Tabella B.1 – Sezioni dei fori suggerite per le emissioni di grado secondo

Tipo di componente	Componente	Considerazioni sulle perdite		
		Valori tipici per le condizioni nelle quali l'apertura di emissione non si espanderà	Valori tipici per le condizioni nelle quali l'apertura di emissione potrebbe espandersi, per esempio, in caso di erosione	Valori tipici per le condizioni nelle quali l'apertura di emissione potrebbe espandersi fino a diventare un guasto grave, per esempio, una rottura improvvisa
		$S \text{ (mm}^2\text{)}$	$S \text{ (mm}^2\text{)}$	$S \text{ (mm}^2\text{)}$
Elementi di tenuta con parti fisse	Flange con guarnizioni in fibra compressa o similari	$\geq 0,025$ fino a 0,25	$> 0,25$ fino a 2,5	(settore tra due bulloni) \times (spessore della guarnizione) tipicamente $\geq 1 \text{ mm}$
	Flange con guarnizioni avvolte a spirale o similari	0,025	0,25	(settore tra due bulloni) \times (spessore della guarnizione) tipicamente $\geq 0,5 \text{ mm}$
	Connessioni ad anello	0,1	0,25	0,5
	Connessioni di piccolo diametro fino a 50 mm ^a	$\geq 0,025$ fino a 0,1	$> 0,1$ fino a 0,25	1,0
Elementi di tenuta con parti in movimento a bassa velocità	Tenute a pacchetto di alberi di valvole	0,25	2,5	Da definire in accordo ai dati del fabbricante dell'apparecchiatura, ma non meno di 2,5 mm ² ^d
	Valvole di scarico della pressione ^b	$0,1 \times$ (sezione dell'orifizio)	Non Applicabile	Non Applicabile
Elementi di tenuta con parti in movimento ad alta velocità	Pompe e compressori ^c	Non Applicabile	≥ 1 fino a 5	Da definire in accordo ai dati del fabbricante dell'apparecchiatura e/o alla configurazione dell'unità di processo, ma non meno di 5 mm ² ^{d ed e}

^a Sezioni dei fori suggerite per giunti ad anello, connessioni filettate, giunti a compressione (per esempio, componentistica metallica a compressione) e giunti rapidi, su tubazioni di piccolo diametro.

^b Per questo componente non ci si riferisce all'apertura completa della valvola, ma a perdite di varia natura dovute al malfunzionamento dei componenti della valvola. Applicazioni specifiche potrebbero richiedere una sezione del foro più grande di quella suggerita.

^c Compressori alternativi – La struttura del compressore e dei cilindri non sono solitamente i componenti che perdono, ma le tenute della camera valvole e le connessioni sulle tubazioni del sistema di processo.

^d Dati del fabbricante dell'apparecchiatura – Per valutare gli effetti di un guasto atteso, è richiesta la cooperazione del fabbricante dell'apparecchiatura (per esempio, la disponibilità di un disegno coi dettagli relativi ai dispositivi di tenuta).

^e Configurazione dell'unità di processo – In alcune circostanze (per esempio, uno studio preliminare), un'analisi operativa per definire la portata di emissione massima ammissibile di sostanza infiammabile potrebbe compensare la mancanza dei dati di pertinenza del fabbricante dell'apparecchiatura.

NOTA. Altri valori tipici potrebbero essere trovati in regolamenti nazionali o industriali relativi a specifiche applicazioni.

Nello specifico, sono state considerate le seguenti **Aree del foro di emissione per ogni tipo di SE**:

- | | |
|--|----------|
| a. Tenuta compressore | 1,00 mmq |
| b. Flange spirometalliche | 0,25 mmq |
| c. Tenuta valvola di laminazione <150 mm | 0,25 mmq |
| d. Attacco strumenti | 0,10 mmq |

DATI SOSTANZA IN EMISSIONE DALLE SORGENTI

Sostanza infiammabile	
Nome	Ammoniaca anidra
Massa Molare (kg/kmol)	17,03
Densità relativa	0,60
Temperatura di infiammabilità (°C)	-33,00
Temperatura di accensione (°C)	630,00
Temperatura di ebollizione (°C)	-33,00
Tensione di vapore a 20°C (Pa)	860000,00
LFL Vol (%)	15,00
LFL (kg/m³)	0,11
Coefficiente k	0,50
Gruppo delle apparecchiature	IIA
Classe di temperatura	T1

Locale Chiller C1**DATI SORGENTE DI EMISSIONE Flange BP spirometalliche (-12°C)**

Dati di emissione	
Tipo sorgente	Liquido che evapora completamente nell'emissione
Modalità di emissione	Emissione dispersiva
Grado di emissione	Secondo
Pressione relativa all'interno del sistema di contenimento (bar)	1,73
Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento (Pa)	273.703,00
Area del foro di emissione (mmq)	0,10
Coefficiente di efflusso	0,75
Temperatura della sostanza (°C)	-12
Portata di emissione gas	0,0012 kg / s
Massa volumica (kg/m³)	0,7023
Caratteristica di emissione (m³/s)	0,0114
Velocità (m/s)	0,0600
Grado di diluizione	Medio
Concentrazione di fondo X_b (vol/vol)	0,0053
Concentrazione critica X_{crit} (vol/vol)	0,0375

DATI SORGENTE DI EMISSIONE Attacco strumenti BP (-12°C)

Dati di emissione	
Tipo sorgente	Liquido che evapora completamente nell'emissione
Modalità di emissione	Emissione dispersiva
Grado di emissione	Secondo
Pressione relativa all'interno del sistema di contenimento (bar)	1,73
Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento (Pa)	273.703,00
Area del foro di emissione (mmq)	0,1
Coefficiente di efflusso	0,75
Temperatura della sostanza (°C)	-12
Portata di emissione gas	0,0012 kg / s
Massa volumica (kg/m ³)	0,7326
Caratteristica di emissione (m ³ /s)	0,0109
Velocità (m/s)	0,0600
Grado di diluizione	Medio
Concentrazione di fondo X_b (vol/vol)	0,0055
Concentrazione critica X_{crit} (vol/vol)	0,0375

DATI SORGENTE DI EMISSIONE Flange AP spirometalliche

Dati di emissione	
Tipo sorgente	Gas o vapore ad alta pressione
Modalità di emissione	Emissione dispersiva
Grado di emissione	Secondo
Pressione relativa all'interno del sistema di contenimento (bar)	12
Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento (Pa)	1.300.503,00
Area del foro di emissione (mmq)	0,25
Coefficiente di efflusso	0,75
Temperatura della sostanza (°C)	90
Portata di emissione gas	0,0006 kg / s
Massa volumica (kg/m ³)	0,7326
Caratteristica di emissione (m ³ /s)	0,0055
Velocità (m/s)	0,0600
Grado di diluizione	Medio
Concentrazione di fondo X_b (vol/vol)	0,0028
Concentrazione critica X_{crit} (vol/vol)	0,0375

DATI SORGENTE DI EMISSIONE Attacco strumenti AP

Dati di emissione	
Tipo sorgente	Gas o vapore ad alta pressione
Modalità di emissione	Emissione dispersiva
Grado di emissione	Secondo
Pressione relativa all'interno del sistema di contenimento (bar)	12
Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento (Pa)	1.300.503,00
Area del foro di emissione (mmq)	0,1
Coefficiente di efflusso	0,75
Temperatura della sostanza (°C)	90
Portata di emissione gas	0,0003 kg / s
Massa volumica (kg/m ³)	0,7326
Caratteristica di emissione (m ³ /s)	0,0027
Velocità (m/s)	0,0600
Grado di diluizione	Alto
Concentrazione di fondo X _b (vol/vol)	0,0014
Concentrazione critica X _{crit} (vol/vol)	0,0375

DATI SORGENTE DI EMISSIONE Valvola di laminazione DN<150mm

Dati di emissione	
Tipo sorgente	Gas o vapore ad alta pressione
Modalità di emissione	Emissione dispersiva
Grado di emissione	Secondo
Pressione relativa all'interno del sistema di contenimento (bar)	12
Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento (Pa)	1.300.503,00
Area del foro di emissione (mmq)	0,25
Coefficiente di efflusso	0,75
Temperatura della sostanza (°C)	90
Portata di emissione gas	0,0006 kg / s
Massa volumica (kg/m ³)	0,7326
Caratteristica di emissione (m ³ /s)	0,0055
Velocità (m/s)	0,0600
Grado di diluizione	Medio
Concentrazione di fondo X _b (vol/vol)	0,0012
Concentrazione critica X _{crit} (vol/vol)	0,0375

DATI SORGENTE DI EMISSIONE Tenuta compressore

Dati di emissione	
Tipo sorgente	Gas o vapore ad alta pressione
Modalità di emissione	Emissione dispersiva
Grado di emissione	Secondo
Pressione relativa all'interno del sistema di contenimento (bar)	12
Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento (Pa)	1.300.503,00
Area del foro di emissione (mmq)	1,00
Coefficiente di efflusso	0,99
Temperatura della sostanza (°C)	90
Portata di emissione gas	0,0033 kg / s
Massa volumica (kg/m ³)	0,7326
Caratteristica di emissione (m ³ /s)	0,0300
Velocità (m/s)	0,0600
Grado di diluizione	Medio
Concentrazione di fondo X _b (vol/vol)	0,0152
Concentrazione critica X _{crit} (vol/vol)	0,0375

CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE

Sorgente	Grado di emissione	Primo tipo di zona pericolosa	Secondo tipo di zona pericolosa
Flange BP (T=-12°C) spirometalliche	Secondo	Zona 2 (b)	(b)
Attacco strumenti BP (T=-12°C)	Secondo	Zona 2 (b)	(b)
Flange AP spirometalliche	Secondo	Zona 2 (b)	(b)
Attacco strumenti AP	Secondo	Zona non pericolosa (Zona 2 NE) (a)	(a)
Tenuta valvole di laminazione <150mm	Secondo	Zona 2 (b)	(b)
Tenuta compressore	Secondo	Zona 2 (b)	(b)

ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE		
Sorgente	Sostanza	Dz (m)
Flange BP (T=-12°C) spirometalliche	Ammoniaca anidra	1,00

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Zona A			
Valutazione	Indice	Risposta	Valore
Fattore Pericolo	P	Raramente o quasi mai	1
Fattore contatto S.E	C	Talvolta, ogni tanto	2
Presenza Lavoratori	PL	Saltuaria	1
Indice esplosione	kg	Inf. o uguale a 500 bar m/s	0
Volume nube	Vz	Superiore a 100 dm³	2
Confinamento nube	Cn	Completamente confinata	2
Valore			11,00
Rischio risultante: MEDIO			

Sorgente	Sostanza	Dz (m)
Attacco strumenti BP (T=-12°C)	Ammoniaca anidra	1,00

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Zona A			
Valutazione	Indice	Risposta	Valore
Fattore Pericolo	P	Raramente o quasi mai	1
Fattore contatto S.E	C	Talvolta, ogni tanto	2
Presenza Lavoratori	PL	Saltuaria	1
Indice esplosione	kg	Inf. o uguale a 500 bar m/s	0
Volume nube	Vz	Superiore a 100 dm³	2
Confinamento nube	Cn	Completamente confinata	2
Valore			11,00
Rischio risultante: MEDIO			

Sorgente	Sostanza	Dz (m)
Flange AP spirometalliche	Ammoniaca anidra	1,00

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Zona A			
Valutazione	Indice	Risposta	Valore
Fattore Pericolo	P	Raramente o quasi mai	1
Fattore contatto S.E	C	Talvolta, ogni tanto	2
Presenza Lavoratori	PL	Saltuaria	1
Indice esplosione	kg	Inf. o uguale a 500 bar m/s	0
Volume nube	Vz	Superiore a 100 dm³	2
Confinamento nube	Cn	Completamente confinata	2
Valore			11,00
Rischio risultante: MEDIO			

Sorgente	Sostanza	Dz (m)
Attacco strumenti AP	Ammoniaca anidra	1,00

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Zona A			
Valutazione	Indice	Risposta	Valore
Fattore Pericolo	P	Inesistente	0
Fattore contatto S.E	C	Talvolta, ogni tanto	2
Presenza Lavoratori	PL	Saltuaria	1
Indice esplosione	kg	Inf. o uguale a 500 bar m/s	0
Volume nube	Vz	Superiore a 100 dm³	2
Confinamento nube	Cn	Completamente confinata	2
Valore			5,00
Rischio risultante: BASSO			

Sorgente	Sostanza	Dz (m)
Tenuta valvole di laminazione <150mm	Ammoniaca anidra	1,00

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Zona A			
Valutazione	Indice	Risposta	Valore
Fattore Pericolo	P	Raramente o quasi mai	1
Fattore contatto S.E	C	Talvolta, ogni tanto	2
Presenza Lavoratori	PL	Saltuaria	1
Indice esplosione	kg	Inf. o uguale a 500 bar m/s	0
Volume nube	Vz	Superiore a 100 dm³	2
Confinamento nube	Cn	Completamente confinata	2
Valore			11,00
Rischio risultante: MEDIO			

Sorgente	Sostanza	Dz (m)
Tenuta compressore	Ammoniaca anidra	1,00

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Zona A			
Valutazione	Indice	Risposta	Valore
Fattore Pericolo	P	Raramente o quasi mai	1
Fattore contatto S.E	C	Talvolta, ogni tanto	2
Presenza Lavoratori	PL	Saltuaria	1
Indice esplosione	kg	Inf. o uguale a 500 bar m/s	0
Volume nube	Vz	Superiore a 100 dm³	2
Confinamento nube	Cn	Completamente confinata	2
Valore			11,00
Rischio risultante: MEDIO			

Risultato valutazione	
Rischio	MEDIO

Locali Chiller C2, C3 e C4

DATI SORGENTE DI EMISSIONE Flange BP spirometalliche (-1°C)

Dati di emissione	
Tipo sorgente	Liquido che evapora completamente nell'emissione
Modalità di emissione	Emissione dispersiva
Grado di emissione	Secondo
Pressione relativa all'interno del sistema di contenimento (bar)	3,22
Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento (Pa)	422.203,00
Area del foro di emissione (mmq)	0,10
Coefficiente di efflusso	0,75
Temperatura della sostanza (°C)	-1
Portata di emissione gas	0,0016 kg / s
Massa volumica (kg/m ³)	0,7023
Caratteristica di emissione (m ³ /s)	0,0152
Velocità (m/s)	0,6000
Grado di diluizione	Medio
Concentrazione di fondo X _b (vol/vol)	0,0305
Concentrazione critica X _{crit} (vol/vol)	0,0375

DATI SORGENTE DI EMISSIONE Attacco strumenti BP (-1°C)

Dati di emissione	
Tipo sorgente	Liquido che evapora completamente nell'emissione
Modalità di emissione	Emissione dispersiva
Grado di emissione	Secondo
Pressione relativa all'interno del sistema di contenimento (bar)	3,22
Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento (Pa)	422.203,00
Area del foro di emissione (mmq)	0,1
Coefficiente di efflusso	0,75
Temperatura della sostanza (°C)	-1
Portata di emissione gas	0,0016 kg / s
Massa volumica (kg/m ³)	0,7326
Caratteristica di emissione (m ³ /s)	0,0146
Velocità (m/s)	0,6000
Grado di diluizione	Medio
Concentrazione di fondo X _b (vol/vol)	0,0010
Concentrazione critica X _{crit} (vol/vol)	0,0375

DATI SORGENTE DI EMISSIONE Flange AP spirometalliche

Dati di emissione	
Tipo sorgente	Gas o vapore ad alta pressione
Modalità di emissione	Emissione dispersiva
Grado di emissione	Secondo
Pressione relativa all'interno del sistema di contenimento (bar)	12
Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento (Pa)	1.300.503,00
Area del foro di emissione (mmq)	0,25
Coefficiente di efflusso	0,75
Temperatura della sostanza (°C)	90
Portata di emissione gas	0,0006 kg / s
Massa volumica (kg/m ³)	0,7326
Caratteristica di emissione (m ³ /s)	0,0055
Velocità (m/s)	0,6000
Grado di diluizione	Medio
Concentrazione di fondo X _b (vol/vol)	0,0111
Concentrazione critica X _{crit} (vol/vol)	0,0375

DATI SORGENTE DI EMISSIONE Attacco strumenti AP

Dati di emissione	
Tipo sorgente	Gas o vapore ad alta pressione
Modalità di emissione	Emissione dispersiva
Grado di emissione	Secondo
Pressione relativa all'interno del sistema di contenimento (bar)	12
Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento (Pa)	1.300.503,00
Area del foro di emissione (mmq)	0,1
Coefficiente di efflusso	0,75
Temperatura della sostanza (°C)	90
Portata di emissione gas	0,0003 kg / s
Massa volumica (kg/m ³)	0,7326
Caratteristica di emissione (m ³ /s)	0,0027
Velocità (m/s)	0,6000
Grado di diluizione	Alto
Concentrazione di fondo X _b (vol/vol)	0,0014
Concentrazione critica X _{crit} (vol/vol)	0,0375

DATI SORGENTE DI EMISSIONE Valvola di laminazione DN<150mm

Dati di emissione	
Tipo sorgente	Gas o vapore ad alta pressione
Modalità di emissione	Emissione dispersiva
Grado di emissione	Secondo
Pressione relativa all'interno del sistema di contenimento (bar)	12
Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento (Pa)	1.300.503,00
Area del foro di emissione (mmq)	0,25
Coefficiente di efflusso	0,75
Temperatura della sostanza (°C)	90
Portata di emissione gas	0,0006 kg / s
Massa volumica (kg/m ³)	0,7326
Caratteristica di emissione (m ³ /s)	0,0055
Velocità (m/s)	0,6000
Grado di diluizione	Medio
Concentrazione di fondo X _b (vol/vol)	0,0012
Concentrazione critica X _{crit} (vol/vol)	0,0375

DATI SORGENTE DI EMISSIONE Tenuta compressore

Dati di emissione	
Tipo sorgente	Gas o vapore ad alta pressione
Modalità di emissione	Emissione dispersiva
Grado di emissione	Secondo
Pressione relativa all'interno del sistema di contenimento (bar)	12
Pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento (Pa)	1.300.503,00
Area del foro di emissione (mmq)	1,00
Coefficiente di efflusso	0,99
Temperatura della sostanza (°C)	90
Portata di emissione gas	0,0033 kg / s
Massa volumica (kg/m ³)	0,7326
Caratteristica di emissione (m ³ /s)	0,0300
Velocità (m/s)	0,6000
Grado di diluizione	Medio
Concentrazione di fondo X _b (vol/vol)	0,0020
Concentrazione critica X _{crit} (vol/vol)	0,0375

CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE			
Sorgente	Grado di emissione	Primo tipo di zona pericolosa	Secondo tipo di zona pericolosa
Flange BP (T=-1°C) spirometalliche	Secondo	Zona 2 (b)	(b)
Attacco strumenti BP (T=-1°C)	Secondo	Zona 2 (b)	(b)
Flange AP spirometalliche	Secondo	Zona 2 (b)	(b)
Attacco strumenti AP	Secondo	Zona non pericolosa (Zona 2 NE) (a)	(a)
Tenuta valvole di laminazione <150mm	Secondo	Zona 2 (b)	(b)
Tenuta compressore	Secondo	Zona 2 (b)	(b)

ESTENSIONE ZONE PERICOLOSE GENERATE DALLE SORGENTI DI EMISSIONE		
Sorgente	Sostanza	Dz (m)
Flange BP (T=-1°C) spirometalliche	Ammoniaca anidra	1,00

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Zona A			
Valutazione	Indice	Risposta	Valore
Fattore Pericolo	P	Raramente o quasi mai	1
Fattore contatto S.E	C	Talvolta, ogni tanto	2
Presenza Lavoratori	PL	Saltuaria	1
Indice esplosione	kg	Inf. o uguale a 500 bar m/s	0
Volume nube	Vz	Superiore a 100 dm³	2
Confinamento nube	Cn	Completamente confinata	2
Valore			11,00
Rischio risultante: MEDIO			

Sorgente	Sostanza	Dz (m)
Attacco strumenti BP (T=-1°C)	Ammoniaca anidra	1,00

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Zona A			
Valutazione	Indice	Risposta	Valore
Fattore Pericolo	P	Raramente o quasi mai	1
Fattore contatto S.E	C	Talvolta, ogni tanto	2
Presenza Lavoratori	PL	Saltuaria	1
Indice esplosione	kg	Inf. o uguale a 500 bar m/s	0
Volume nube	Vz	Superiore a 100 dm³	2
Confinamento nube	Cn	Completamente confinata	2
Valore			11,00
Rischio risultante: MEDIO			

Sorgente	Sostanza	Dz (m)
Flange AP spirometalliche	Ammoniaca anidra	1,00

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Zona A			
Valutazione	Indice	Risposta	Valore
Fattore Pericolo	P	Raramente o quasi mai	1
Fattore contatto S.E	C	Talvolta, ogni tanto	2
Presenza Lavoratori	PL	Saltuaria	1
Indice esplosione	kg	Inf. o uguale a 500 bar m/s	0
Volume nube	Vz	Superiore a 100 dm ³	2
Confinamento nube	Cn	Completamente confinata	2
Valore			11,00
Rischio risultante: MEDIO			

Sorgente	Sostanza	Dz (m)
Attacco strumenti AP	Ammoniaca anidra	1,00

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Zona A			
Valutazione	Indice	Risposta	Valore
Fattore Pericolo	P	Inesistente	0
Fattore contatto S.E	C	Talvolta, ogni tanto	2
Presenza Lavoratori	PL	Saltuaria	1
Indice esplosione	kg	Inf. o uguale a 500 bar m/s	0
Volume nube	Vz	Superiore a 100 dm ³	2
Confinamento nube	Cn	Completamente confinata	2
Valore			5,00
Rischio risultante: BASSO			

Sorgente	Sostanza	Dz (m)
Tenuta valvole di laminazione <150mm	Ammoniaca anidra	1,00

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Zona A			
Valutazione	Indice	Risposta	Valore
Fattore Pericolo	P	Raramente o quasi mai	1
Fattore contatto S.E	C	Talvolta, ogni tanto	2
Presenza Lavoratori	PL	Saltuaria	1
Indice esplosione	kg	Inf. o uguale a 500 bar m/s	0
Volume nube	Vz	Superiore a 100 dm ³	2
Confinamento nube	Cn	Completamente confinata	2
Valore			11,00
Rischio risultante: MEDIO			

Sorgente	Sostanza	Dz (m)
Tenuta compressore	Ammoniaca anidra	1,00

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Zona A			
Valutazione	Indice	Risposta	Valore
Fattore Pericolo	P	Raramente o quasi mai	1
Fattore contatto S.E	C	Talvolta, ogni tanto	2
Presenza Lavoratori	PL	Saltuaria	1
Indice esplosione	kg	Inf. o uguale a 500 bar m/s	0
Volume nube	Vz	Superiore a 100 dm ³	2
Confinamento nube	Cn	Completamente confinata	2
Valore			11,00
Rischio risultante: MEDIO			

Risultato valutazione	
Rischio	MEDIO

Misure preventive e protettive attuate

Misure tecniche di prevenzione attuate:

- Superfici calde
- Fiamme gas caldi (incluse particelle calde)
- Scintille di origine meccanica
- Materiale elettrico:
- Correnti elettriche vaganti, protezione. Contro la corrosione catodica.
- Elettricità statica
- Fulmine
- Onde elettromagnetiche a radio frequenza (rf) da 104 hz a 3×10^{12} hz
- Onde elettromagnetiche 3×10^{11} hz a 3×10^{15} hz
- Radiazioni ionizzanti
- Ultrasuoni
- Compressione adiabatica e onde d'urto
- Reazioni esotermiche, inclusa l'autoaccensione delle polveri
- Rimozione polveri
- Inertizzazione
- Sistemi di controllo dell'esplodibilità

Misure tecniche di protezione attuate:

- Scarico della esplosione
- Contenitori resistenti all'esplosione
- Prevenzione della propagazione dell'esplosione
- Soppressione dell'esplosione

Misure organizzative attuate:

- Qualificazione del personale
- Sistema di autorizzazioni al lavoro
- Specifiche cautele nella manutenzione
- Formazione dei lavoratori in materia di protezione dalle esplosioni
- Controllo e sorveglianza
- Istruzioni operative
- Autorizzazioni al lavoro
- Segnalazione delle zone con pericolo di esplosione

Informazione e formazione generale	
Informazione specifica per protezione da atmosfere esplosive art 36 e 294 bis Titolo XI D.Lgs. 81/08 Formazione generale art 37 D.Lgs. 81/08 e Accordo Conferenza Stato Regioni 21/12/2011 Informazione specifica sul significato della segnaletica di salute e sicurezza sul lavoro art 36 e 164 D.Lgs. 81/08	
Soggetti Responsabili	Datore di lavoro RSPP

Formazione specifica	
Formazione specifica per protezione da atmosfere esplosive art 294 bis Titolo XI D.Lgs. 81/08	
Soggetti Responsabili	Datore di lavoro RSPP

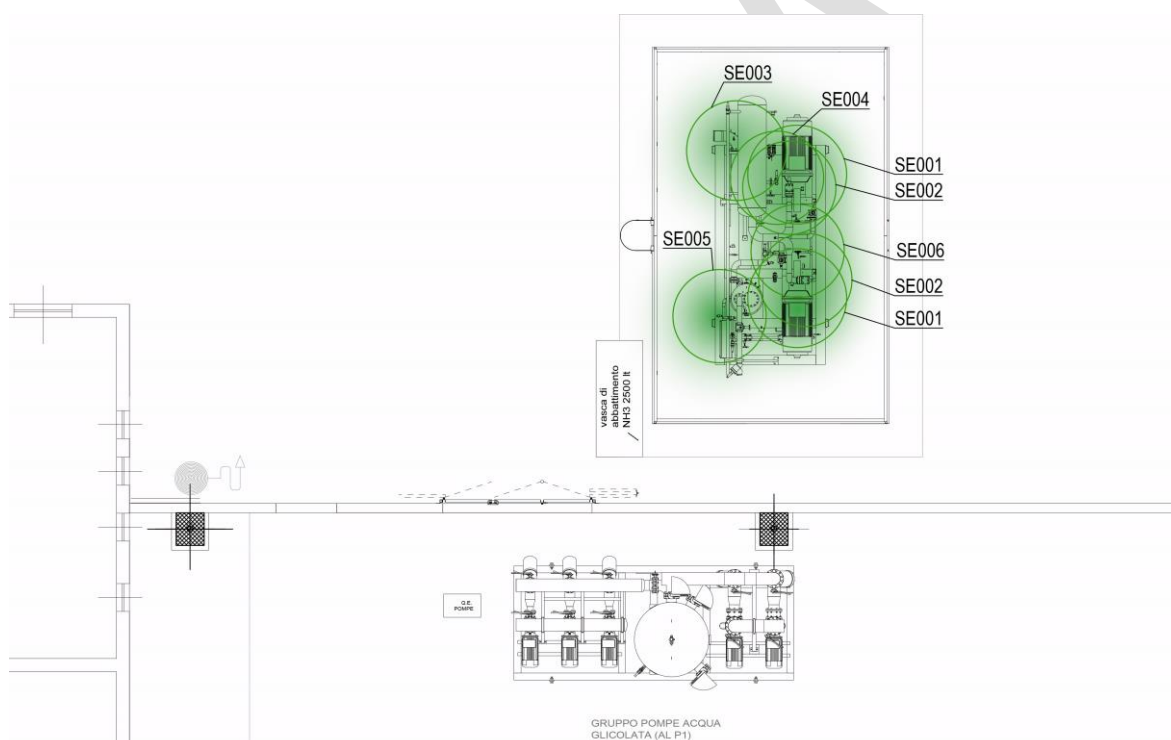
Procedure ed istruzioni operative	
L'azienda ha preparato e distribuito ai lavoratori una procedura operativa contenente le misure comportamentali da osservare per ridurre l'esposizione durante la normale conduzione delle attività lavorative.	
Soggetti Responsabili	Datore di lavoro
Dispositivi di protezione individuale forniti ai lavoratori	
Maschera antigas a pieno facciale dotata di filtro monovalente per Ammoniaca tipo 300 K2	
Filtro monovalente per Ammoniaca tipo 300 K2 per maschera a pieno facciale di ricambio	
Guanti in gomma	
Stivali di sicurezza in gomma	
Tuta protettiva	
valigetta di pronto soccorso a norma	
flacone di soluzione lavaocchi	
Doccia di emergenza	
Lavaocchi di emergenza	

16.5 ESITO DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO

VALORE R	RISCHIO	MANSIONE\REPARTO	DESCRIZIONE
Superiore a 18	Alto	Non esistono gruppi di lavoratori o reparti esposti a questa fascia di rischio in questo documento	La probabilità di presenza di atmosfere esplosive è alta, esistono sorgenti di accensione efficaci ed il livello di esposizione risulta elevato, quindi con danni notevoli a persone e beni. La probabilità di propagazione dell'esplosione è da ritenersi notevole.
Compreso tra 9 e 18	Medio	Locale Chiller C1 Locali Chiller C2, C3 e C4	La probabilità di presenza di atmosfere esplosive è limitata e possono esistere sorgenti di accensione efficaci. In caso di esplosione, il livello di esposizione è moderato, quindi con danni moderati a persone e beni. La probabilità di propagazione dell'esplosione è da ritenersi limitata.
Compreso tra 1 e 9	Basso	Non esistono gruppi di lavoratori o reparti esposti a questa fascia di rischio in questo documento	La probabilità di presenza di atmosfere esplosive è estremamente limitata, così come la presenza di sorgenti di accensione efficaci. Il livello di esposizione è basso, quindi con danni limitati a persone e beni. La probabilità di propagazione dell'esplosione è da ritenersi estremamente limitata.
0	Trascurabile	Non esistono gruppi di lavoratori o reparti esposti a questa fascia di rischio in questo documento	La presenza di atmosfere esplosive è quasi impossibile e non esistono sorgenti di accensione efficace. Il livello di esposizione è quasi nullo, quindi non ci sono danni a persone o beni. La probabilità di propagazione dell'esplosione è da ritenersi quasi nulla.

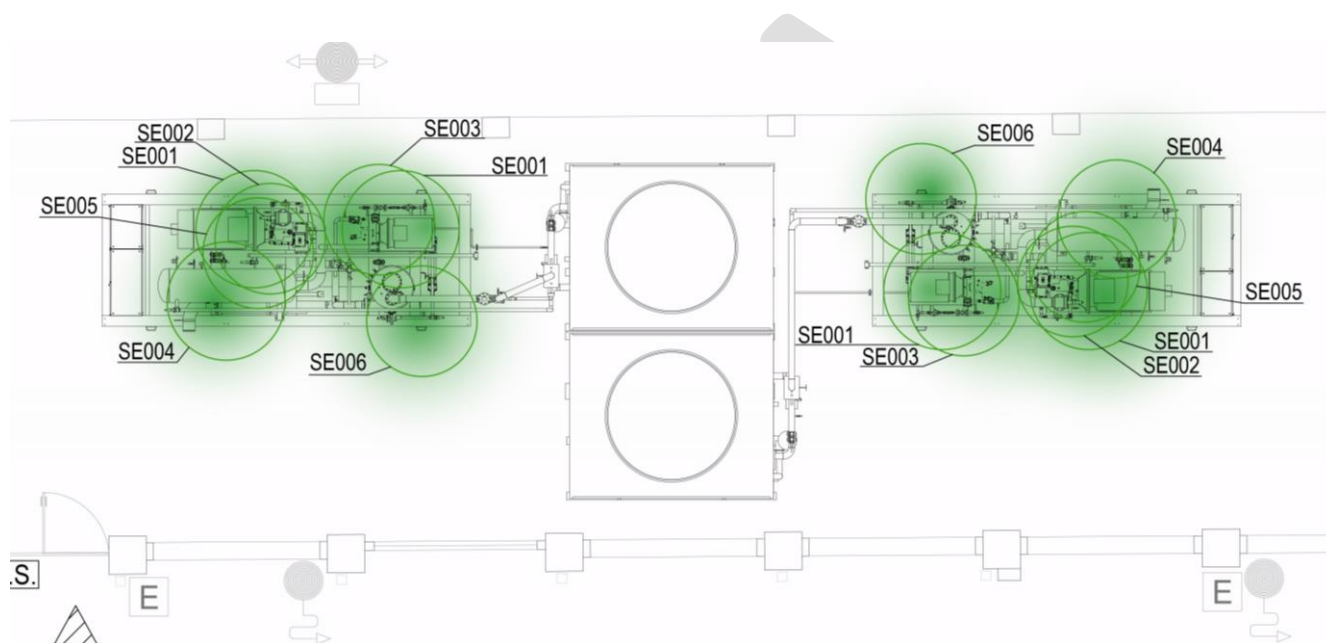
16.6 RIEPILOGO CLASSIFICAZIONE LUOGHI CON PERICOLO DI ESPLOSIONE

Riepilogo classificazione luoghi con pericolo di esplosione Locale Chiller C1			
Sorgente di emissione	Portata di emissione Q_g (kg/s)	Distanza pericolosa d_z (m)	Tipo di zona
SE001 Tenuta compressore	0,0033	1,00	2
SE002 Flange AP	0,0006	1,00	2
SE003 Flange BP (-12°C)	0,0012	1,00	2
SE004 Valvola laminazione	0,0006	1,00	2
SE005 Attacco strumenti AP	0,0003	1,00	2 NE
SE006 Attacco strumenti BP (-12°C)	0,0012	1,00	2

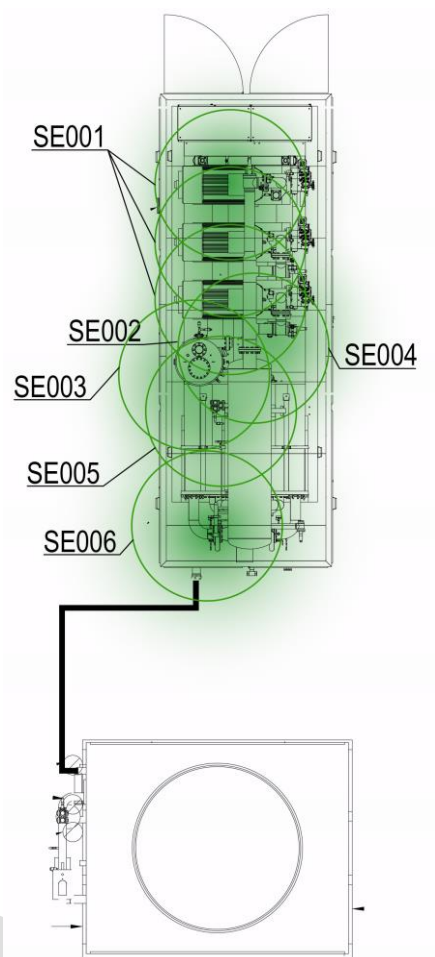


Planimetria locale Chiller C1, indicazione zone pericolose secondo classificazione ATEX

Riepilogo classificazione luoghi con pericolo di esplosione Locali Chiller C2, C3 e C4			
Sorgente di emissione	Portata di emissione Q_g (kg/s)	Distanza pericolosa d_z (m)	Tipo di zona
SE001 Tenuta compressore	0,0033	1,00	2
SE002 Flange AP	0,0006	1,00	2
SE003 Flange BP (-1°C)	0,0016	1,00	2
SE004 Valvola laminazione	0,0006	1,00	2
SE005 Attacco strumenti AP	0,0003	1,00	2 NE
SE006 Attacco strumenti BP (-1°C)	0,0016	1,00	2









Planimetria locali Chiller C2 e C3, indicazione zone pericolose secondo classificazione ATEX






Planimetria locale Chiller C4, indicazione zone pericolose secondo classificazione ATEX

16.7 SEGNALETICA DI SICUREZZA

	Categoria:	Divieto
	Nome:	Vietato fumare
	Descrizione:	Vietato fumare
	Posizione:	In prossimità della sala macchine
	Categoria:	Divieto
	Nome:	Vietato l'accesso
	Descrizione:	Vietato l'accesso
	Posizione:	In prossimità della sala macchine
	Categoria:	Divieto
	Nome:	Vietato usare fiamme libere
	Descrizione:	Vietato usare fiamme libere
	Posizione:	In prossimità della sala macchine
	Categoria:	Pericoli per la salute
	Nome:	Ambiente
	Descrizione:	GHS09 - AMBIENTE Il simbolo Ambiente è utilizzato per sostanze o miscele pericolose per l'ambiente acquatico: pericolo acuto, categoria 1 - pericolo cronico, categorie 1 e 2
	Posizione:	In prossimità della sala macchine
	Categoria:	Pericoli per la salute
	Nome:	Corrosione
	Descrizione:	GHS05 - CORROSIONE Il simbolo rappresentante la Corrosione viene utilizzato: 1. Per sostanza o miscela che, per azione chimica, può attaccare o distruggere i metalli (corrosivo per i metalli, categoria di pericolo 1). 2. Per sostanze classificate che causano: a. distruzione del tessuto cutaneo, ossia una necrosi visibile dell'epidermide e di parte del derma, in almeno un animale dopo un'esposizione della durata massima di quattro ore. In base ai risultati delle prove eseguite su animali, la categoria «corrosione della pelle» è suddivisa in tre sottocategorie: o 1A (reazioni dopo al massimo tre minuti di esposizione e al massimo un'ora di osservazione), o 1B (reazioni dopo un'esposizione compresa tra tre minuti e un'ora e osservazioni fino a 14 giorni), o 1C (reazioni dopo esposizioni comprese tra una e quattro ore e osservazioni fino a 14 giorni); b. effetti irreversibili sugli occhi/gravi lesioni oculari (categoria 1).
	Posizione:	In prossimità della sala macchine

	Categoria:	Pericoli per la salute
	Nome:	Teschio e tibie incrociate
	Descrizione:	GHS06 - TESCHIO E TIBIE INCROCIATE Il simbolo rappresentante Teschio e tibie incrociate è utilizzato in caso di pericolo di effetti nocivi che si manifestano in breve tempo. In particolare, viene utilizzato per sostanze o miscele in grado di produrre effetti nocivi che si manifestano in seguito alla somministrazione per via orale o cutanea di una dose unica o di più dosi ripartite nell'arco di 24 ore, o in seguito ad una esposizione per inalazione di 4 ore (tossicità acuta per via orale, per via cutanea, per inalazione, categorie di pericolo 1, 2 e 3).
	Posizione:	In prossimità della sala macchine
	Categoria:	Salvataggio
	Nome:	Doccia di emergenza
	Categoria:	Salvataggio
	Nome:	Lavaocchi di emergenza
	Categoria:	Salvataggio
	Nome:	Cassetta di medicazione
	Categoria:	Prescrizione
	Nome:	Indumenti protettivi
	Descrizione:	È obbligatorio indossare indumenti protettivi
	Posizione:	In prossimità della sala macchine
	Categoria:	Prescrizione
	Nome:	Protezione delle mani
	Descrizione:	È obbligatorio indossare i guanti protettivi
	Posizione:	In prossimità della sala macchine
	Categoria:	Prescrizione
	Nome:	Protezione delle vie respiratorie
	Descrizione:	È obbligatorio indossare il respiratore

	Posizione:	In prossimità della sala macchine
	Categoria:	Prescrizione
	Nome:	Protezione dei piedi
	Descrizione:	È obbligatorio indossare le calzature di sicurezza
	Posizione:	In prossimità della sala macchine
	Categoria:	Prescrizione
	Nome:	Protezione dell'udito
	Descrizione:	È obbligatorio indossare le protezioni dell'udito
	Posizione:	In prossimità della sala macchine

BOLSA

17. RELAZIONE DI VALUTAZIONE DEL RILASCIO IN ATMOSFERA DI AMMONIACA

17.1 PREMESSA

Per ottenere l'autorizzazione all'utilizzo di **1.152 kg** di Ammoniaca anidra per il funzionamento del gruppo frigorifero industriale dell'impianto in esame, di proprietà di **Valcolatte S.r.l.**, ubicato nel Comune di Valconasso (PC), si è sviluppata una valutazione delle ipotetiche conseguenze che possono verificarsi in caso di un rilascio accidentale di Ammoniaca nell'ambiente circostante lo stabilimento.

Nell'analisi vengono presi in considerazione i seguenti scenari:

1. **REALISTICO Chiller C1**: rilascio di Ammoniaca in fase liquida attraverso un foro di sezione $0,1 \text{ mm}^2$ (rif. ATEX) creatosi sulla tenuta di una flangia sulle tubazioni di alta pressione di collegamento con il condensatore evaporativo e poste all'esterno del locale;
2. **REALISTICO Chiller C2 e C3**: rilascio di Ammoniaca in fase liquida/gas attraverso un foro di sezione 1 mm^2 (rif. ATEX) creatosi sulla tenuta del compressore, posto all'interno del locale, a ventilatori in funzione;
3. **REALISTICO Chiller C4**: rilascio di Ammoniaca in fase liquida attraverso un foro di sezione $0,1 \text{ mm}^2$ (rif. ATEX) creatosi sulla tenuta di una flangia sulle tubazioni di alta pressione di collegamento con il condensatore evaporativo e poste all'esterno del locale.

Di seguito verranno illustrati i risultati di tale analisi, condotta mediante lo studio delle condizioni meteorologiche dell'area e l'utilizzo di opportuni modelli di simulazione. Tramite suddetta analisi verranno evidenziati i punti sensibili che potrebbero essere coinvolti in caso di fuoriuscita di Ammoniaca e l'interessamento dei Comuni limitrofi.

La soglia di concentrazione principale presa in esame, per l'individuazione delle distanze raggiungibili al suolo (nelle condizioni meteorologiche D5 e F2), è stata quella generalmente riconosciuta dell'IDLH, pari a **300 ppm**.

17.2 METODOLOGIA

La normativa sul controllo dei pericoli di incidente rilevante connessi con sostanze pericolose, ovvero il **D.lgs. 105/2015** (Allegato C (art. 15): Criteri, dati e informazioni per la redazione e la valutazione del Rapporto di sicurezza e del Rapporto preliminare di sicurezza - Parte 1 - C.4 Analisi degli eventi incidentali), prevede che venga effettuata un'analisi di sicurezza, accompagnata da specifiche attività per l'individuazione e la valutazione dei rischi rilevanti connessi alle attività svolte all'interno dell'impianto industriale oggetto di analisi. L'analisi deve essere effettuata tenendo conto della possibilità di accadimento di ipotetici incidenti e conseguenti scenari, in particolar modo della possibilità di dispersione tossica della sostanza dall'impianto, sia per quanto riguarda i possibili danni sull'uomo, che sull'ambiente circostante.

La definizione dei danni è influenzata da alcuni parametri esterni, in particolare si fa riferimento alle condizioni meteorologiche che, in alcuni casi specifici, possono influire pesantemente sull'estensione delle possibili aree di danno. All'interno dell'analisi di sicurezza viene, dunque, richiesto, nel suddetto decreto legislativo, di valutare le conseguenze degli scenari incidentali sulla base delle caratteristiche meteorologiche dell'area in cui è inserito lo stabilimento.

In particolare, quello che viene richiesto, è di far riferimento alle condizioni più conservative e, solo nel caso in cui non siano reperibili dati meteo rappresentativi delle condizioni meteo dell'area, le valutazioni delle conseguenze dovrebbero essere effettuate almeno per le condizioni atmosferiche F2 e D5, condizioni considerati stabili, secondo la definizione delle classi di stabilità atmosferica individuate da Pasquill-Gifford e della velocità del vento. L'indicazione di far riferimento a queste condizioni atmosferiche specifiche è dovuta al fatto che nelle condizioni di neutralità, ma soprattutto in quelle di stabilità, la dispersione in atmosfera di una sostanza inquinante è prevalentemente orizzontale, non essendoci diluizione verticale, configurando in tal modo le situazioni più conservative dal punto di vista della definizione delle distanze di danno. I parametri utilizzati per la caratterizzazione del territorio di interesse sono le classi di stabilità atmosferica e l'intensità del vento al suolo, cioè a 10 m dal piano campagna.

La classe di stabilità atmosferica permette di raggruppare in sei classi tutte le possibili configurazioni meteorologiche che influenzano la dispersione degli inquinanti in atmosfera, suddivise in:

- situazioni instabili, favorevoli alla dispersione degli inquinanti (categorie, A,B,C)
 - categoria A rappresenta situazioni molto convettive con turbolenza principalmente di origine termica,
 - categoria C rappresenta condizioni in cui è importante la turbolenza di origine meccanica,
 - categoria B è indicativa di situazioni intermedie tra le precedenti;

- situazioni neutre (categoria D): rappresenta condizioni (stabili o convettive) prossime all'adiabaticità, diurne o notturne, caratterizzate da cielo coperto e vento;
- situazioni stabili (categorie E e F): due categorie rappresentative di situazioni stabili notturne
 - con vento abbastanza elevato e cielo poco nuvoloso (categoria E)
 - con cielo sereno e velocità del vento relativamente bassa (categoria F).

Di seguito, vengono riportate in tabella le categorie di stabilità in funzione dell'irraggiamento, della copertura del cielo e dell'intensità del vento, illustrando come la combinazione dei parametri considerati caratterizzi le situazioni meteorologiche fisicamente possibili.

Intensità del vento (m/sec)	Giorno Radiazione solare incidente			Notte Copertura nubi	
	forte	moderata	debole	>=50%	<50%
<2	A	A-B	B	/	/
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

L'intensità del vento influisce in modo rilevante sulle dinamiche di dispersione in atmosfera: venti intensi favoriscono l'allontanamento delle sostanze emesse dalla sorgente, mentre venti molto deboli favoriscono l'accumulo degli inquinanti. Altro fattore di cui bisogna tenere conto è l'interazione del campo di vento con la superficie terrestre, intesa come rilievi e rugosità del terreno, la quale genera turbolenza di origine meccanica.

Le condizioni meteorologiche utilizzate per la definizione degli scenari, quindi, fanno riferimento a quanto indicato dalle normative nazionali, prevedendo l'uso delle classi seguenti:

- classe D5, classe di stabilità neutra, periodo diurno e velocità del vento 5 m/sec
- classe F2, classe di stabilità molto stabile, periodo notturno e velocità del vento 2 m/sec

Per la temperatura esterna e la direzione dei venti predominanti, invece, sono stati utilizzati i valori medi calcolati sulla base dell'elaborazione dei dati registrati fra settembre 2009 e luglio 2024, dalla stazione meteorologica più vicina, quella di Piacenza / San Damiano, tramite l'utilizzo del sito *Windfinder.com*, specializzato in misurazioni e previsioni su venti, onde, maree e meteo.

Per l'analisi delle conseguenze di rilasci accidentali è stato utilizzato il software di calcolo ALOHA, programma per la modellazione dei rischi facente parte della suite CAMEO, rilasciata e sviluppata da EPA (United States Environmental Protection Agency) e dal NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), utilizzata per la pianificazione della risposta ad emergenze di tipo chimico. Il software, attraverso l'inserimento di dettagli riguardo una perdita reale o potenziale di sostanze chimiche e tenendo conto delle caratteristiche geografiche e meteorologiche del sito in esame, permette di generare un modello che stimi le zone di pericolo. Da tenere in conto che il suddetto software elabora un modello Gaussiano, che non permette la rilevazione dei valori nell'immediata prossimità della fonte di emissione. I modelli gaussiani possono essere utilizzati a partire da una certa distanza e non in prossimità della sorgente. (ISPRA).

17.3 APPLICAZIONE CASO IN ESAME

Verrà di seguito illustrato lo studio fatto sugli ipotetici scenari che potrebbero verificarsi in caso di fuoriuscita accidentale di Ammoniacca dall'impianto nell'ambiente.

I casi incidentali ipotizzati di fuga di Ammoniacca sono due per ciascuno scenario, uno per ciascuna condizione di stabilità atmosferica D5 e F2:

- **Chiller C1:** Perdita che interessa il circuito posto all'esterno dell'edificio, in cui fluisce l'Ammoniacca allo stato liquido ad alta pressione, attraverso un foro sulla tenuta di una flangia di sezione pari a 0,1 mm² creatasi lungo il percorso delle tubazioni che trasportano la sostanza dal condensatore evaporativo al ricevitore di stoccaggio;
- **Chiller C2 e C3:** Perdita che interessa il circuito posto all'interno dell'edificio, in cui fluisce l'Ammoniacca allo stato gas ad alta pressione, attraverso un foro sulla tenuta del compressore di sezione pari a 1 mm²;

- **Chiller C4:** Perdita che interessa il circuito posto all'esterno dell'edificio, in cui fluisce l'Ammoniaca allo stato liquido ad alta pressione, attraverso un foro sulla tenuta di una flangia di sezione pari a 0,1 mm² creatasi lungo il percorso delle tubazioni che trasportano la sostanza dal condensatore evaporativo al ricevitore di stoccaggio.

Dal momento che l'azienda in questione non è uno stabilimento RIR (rischio di incidente rilevante) in quanto la quantità di Ammoniaca, pari a 1.152 kg, per la quale si richiede autorizzazione è minore della quantità limite fissata dalla Direttiva 2012/18/UE e riportata nella tabella sottostante; pertanto, gli adempimenti previsti dal D. Lgs. 105/2015 e s.m.i. per il Gestore dell'Azienda, come la valutazione dei rischi di specifici scenari accidentali, tra i quali l'evento catastrofico, non trovano applicazione.

DIRETTIVA 2012/18/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio (Seveso III)
Allegato I – Parte II

Sostanza	Numero CAS	Quantità limite (tonnellate) ai fini dell'applicazione dei	
		Requisiti di soglia inferiore	Requisiti di soglia superiore
Ammoniaca anidra	7664-41-7	50	200

17.3.1 INDIVIDUAZIONE DEGLI SCENARI INCIDENTALI

DATI METEOROLOGICI.

La situazione meteorologica di ingresso al modello è costituita da una combinazione dei parametri di classe di stabilità e intensità del vento. Come richiesto dalla normativa, sono state considerate le condizioni atmosferiche neutre e stabili (D5 e F2), come di seguito descritte:

Dati input meteo		
	Caso 1	Caso 2
Classe atmosferica	D	F
Velocità del vento	5 m/sec	2 m/sec

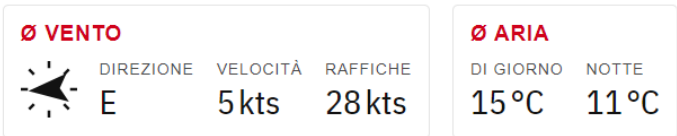
In particolare:

- Caso 1: condizione atmosferica neutra (classe di stabilità neutra e intensità del vento moderata), favorisce la diluizione della concentrazione delle nubi
- Caso 2: condizione meteorologica particolarmente stabile (classe di stabilità stabile e intensità del vento debole), che favorisce la dispersione in elevate concentrazioni delle nubi.

Per quanto riguarda la direzione dei venti e la temperatura ambiente, sono stati utilizzati i dati di temperatura media e predominanza della direzione dei venti annuali, dati estratti dal sito windfinder.com, come segue:

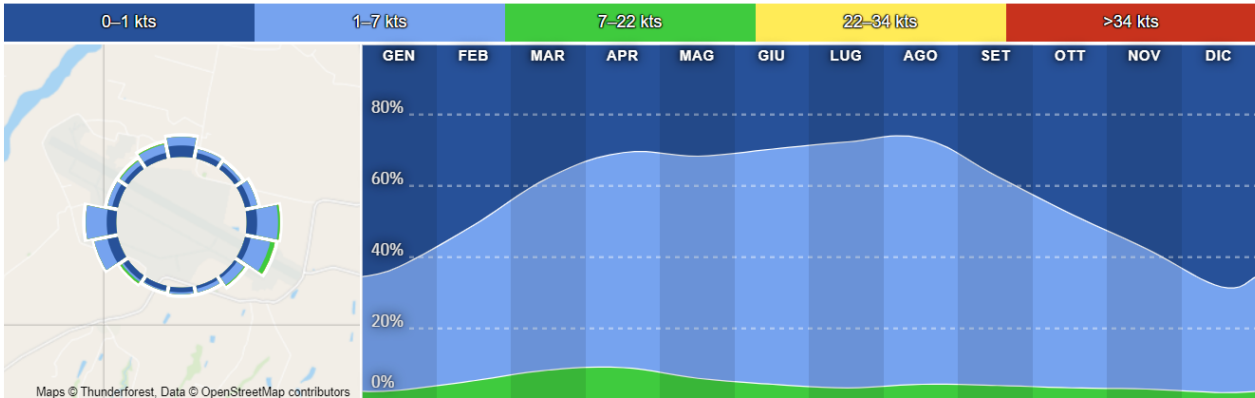
Dati input meteo	
Temperatura MEDIA DIURNA	15°C
Temperatura MEDIA NOTTURNA	11°C
Direzione vento dominante	E
Umidità MEDIA	80%

Statistiche annuali su vento e meteo per Piacenza/San Damiano



Statistiche basate su osservazioni prese fra 09/2009 - 07/2024.

Distribuzione mensile della direzione e della forza del vento



Distribuzione direzione del vento, dati stazione meteorologica Piacenza/San Damiano da settembre 2009 a luglio 2024, elaborazione Windfinder.com

A favore della sicurezza le valutazioni di cui sopra sono estese a 360°.

SCENARIO CHILLER C1

Lo scenario incidentale di riferimento corrisponde ad un rilascio di Ammoniaca liquida riguardante la rottura della tenuta di una flangia posta all'esterno, alla quota di 7 m di altezza.

Per la flangia viene ipotizzata una dimensione di 0,1 mm². La portata di emissione dell'Ammoniaca per un foro di quelle dimensioni viene definita secondo quanto indicato dalla normativa ATEX, come segue, utilizzando la formula GB 4.2.1 della Guida CEI 31-35:

$$Q_t = c \cdot A [2 \cdot f(l) \cdot \rho_{liq} \cdot (P - P_a)]^{0,5}$$

dove:

Q_t = portata di emissione in kg/s

c = coefficiente di efflusso del gas (emissione) fissato dalla Guida a 0,75

$A = 0,1 \text{ mm}^2 = 1 \times 10^{-7} \text{ m}^2$

ρ_{liq} = densità del liquido a P, ovvero 573 kg/m³

$f(l)$ = funzione della lunghezza del percorso di fuoriuscita nella tubazione, pari a 1 in quanto la fuoriuscita si ipotizza che avvenga direttamente da un orifizio

P_0 = pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento nel punto di emissione, pari a 1.300.503 Pa.

P_a = pressione atmosferica pari a 100.503 Pa.

Pertanto si ha: $Q_t = 0,00303430 \text{ kg/s} = 0,182058 \text{ kg/min} = 10,92 \text{ kg/h}$

I termini sorgente del presente scenario vengono riportati nella tabella seguente.

Dati input sorgente	
Sostanza rilasciata	Ammoniaca (NH ₃)
Temperatura di rilascio	90°C
Pressione di rilascio	13 atm

Portata rilascio	0,0030 kg/sec
Quantità totale rilasciabile	272 kg
Quota rilascio (condensatori evaporativi)	7 m

Viene considerato un rilascio continuo a portata costante per una durata di 60 minuti, tempo massimo stimato dal progettista per l'individuazione della perdita, tenendo conto che a valle della rilevazione della perdita i sistemi di sicurezza di cui gli elementi dell'impianto sono dotati, consentono una rapida messa in sicurezza dell'impianto, con il rapido abbassamento di pressione e della portata di rilascio.

SCENARIO CHILLER C2 e C3

Lo scenario incidentale di riferimento corrisponde ad un rilascio di Ammoniaca in fase gas ad alta pressione, attraverso un foro di sezione 1 mm² creatosi sulla tenuta del compressore e espulsa in ambiente esterno alla quota di 2,5 m di altezza dai ventilatori.

Per la tenuta del compressore viene ipotizzata una dimensione di 1 mm². La portata di emissione dell'Ammoniaca per un foro di quelle dimensioni viene definita secondo quanto indicato dalla normativa ATEX, come segue, utilizzando la formula GB 4.2.1 della Guida CEI 31-35:

$$Q_t = C_d \cdot S \cdot p \cdot \left[\gamma \cdot \frac{M}{Z \cdot R \cdot T} \cdot \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)^{(\gamma + 1)(\gamma - 1)} \right]^{0,5}$$

dove:

Q_t = portata di emissione in kg/s

C_d = coefficiente di efflusso del gas (emissione) fissato dalla Normativa a 0,99

$S = 1 \text{ mm}^2 = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2$

p = pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento nel punto di emissione, pari a 1.300.503 Pa.

γ = rapporto tra calori specifici, pari a 1,31

M = massa molare del gas, pari a 17,03 Kg/kmol

Z = fattore di comprimibilità, pari a 1

R = costante universale dei gas, pari a 8.314 J/kmol K

T = temperatura assoluta del gas, pari a -33°C

P_a = pressione atmosferica pari a 100.503 Pa

Pertanto, si ha: $Q_t = 0,00332379 \text{ kg/s} = 0,1994274 \text{ kg/min} = 11,96 \text{ kg/h}$

I termini sorgente del presente scenario vengono riportati nella tabella seguente.

Dati input sorgente	
Sostanza rilasciata	Ammoniaca (NH ₃)
Temperatura di rilascio	90°C
Pressione di rilascio	13 atm
Portata rilascio	0,0033 kg/sec
Quantità totale rilasciabile	34 kg
Quota rilascio (condensatori evaporativi)	2,5 m

Viene considerato un rilascio continuo a portata costante per una durata di 60 minuti, tempo massimo stimato dal progettista per l'individuazione della perdita, tenendo conto che a valle della rilevazione della perdita i sistemi di sicurezza di cui gli elementi dell'impianto sono dotati, consentono una rapida messa in sicurezza dell'impianto, con il rapido abbassamento di pressione e della portata di rilascio.

SCENARIO CHILLER C4

Lo scenario incidentale di riferimento corrisponde ad un rilascio di Ammoniaca liquida riguardante la rottura della tenuta di una flangia posta all'esterno, alla quota di 8 m di altezza.

Per la flangia viene ipotizzata una dimensione di 0,1 mm². La portata di emissione dell'Ammoniaca per un foro di quelle dimensioni viene definita secondo quanto indicato dalla normativa ATEX, come segue, utilizzando la formula GB 4.2.1 della Guida CEI 31-35:

$$Q_t = c \cdot A [2 \cdot f(l) \cdot \rho_{liq} \cdot (P - P_a)]^{0,5}$$

dove:

Q_t = portata di emissione in kg/s

c = coefficiente di efflusso del gas (emissione) fissato dalla Guida a 0,75

$A = 0,1 \text{ mm}^2 = 1 \times 10^{-7} \text{ m}^2$

ρ_{liq} = densità del liquido a P, ovvero 573 kg/m³

$f(l)$ = funzione della lunghezza del percorso di fuoriuscita nella tubazione, pari a 1 in quanto la fuoriuscita si ipotizza che avvenga direttamente da un orifizio

P_0 = pressione assoluta all'interno del sistema di contenimento nel punto di emissione, pari a 1.300.503 Pa.

P_a = pressione atmosferica pari a 100.503 Pa.

Pertanto si ha: $Q_t = 0,00303430 \text{ kg/s} = 0,182058 \text{ kg/min} = 10,92 \text{ kg/h}$

I termini sorgente del presente scenario vengono riportati nella tabella seguente.

Dati input sorgente	
Sostanza rilasciata	Ammoniaca (NH ₃)
Temperatura di rilascio	90°C
Pressione di rilascio	13 atm
Portata rilascio	0,0030 kg/sec
Quantità totale rilasciabile	300 kg
Quota rilascio (condensatori evaporativi)	8 m

Viene considerato un rilascio continuo a portata costante per una durata di 60 minuti, tempo massimo stimato dal progettista per l'individuazione della perdita, tenendo conto che a valle della rilevazione della perdita i sistemi di sicurezza di cui gli elementi dell'impianto sono dotati, consentono una rapida messa in sicurezza dell'impianto, con il rapido abbassamento di pressione e della portata di rilascio.

Gli esiti della simulazione vengono descritti di seguito per entrambi gli scenari sopradescritti, ciascuno prendendo in considerazione le due condizioni di stabilità atmosferica previste.

Le soglie di concentrazione prese in considerazione sono state quelle generalmente riconosciute dell'IDLH e, per approfondimento, sono state definite soglie minori, gli AEGLs (Acute Exposure Guideline Levels) definiti dall'EPA, come segue:

- IDLH: 300 ppm
- 100 ppm
- 50 ppm (limite oltre il quale l'esposizione prolungata e ripetuta provoca leggeri disturbi)
- 25 ppm

Nei grafici che verranno riportati di seguito, la zona di pericolo indicata per ciascuna concentrazione rappresenta l'area entro cui si prevede che il livello di pericolosità della sostanza possa superare il livello di preoccupazione dopo un certo periodo di tempo a partire dall'inizio del rilascio. Per ogni area, la concentrazione di inquinante può superare il valore limite indicato, in un determinato tempo dopo l'inizio del rilascio in atmosfera della sostanza.

Le linee laterali alle zone di pericolo indicano l'incertezza rappresentata dalla direzione del vento, che può variare, in quanto il vento raramente soffia in maniera costante. Se il vento cambia la sua direzione, la sostanza può essere trasportata secondo la nuova direzione. La zona stimata di spostamento della direzione del vento racchiude la regione entro la quale, nel 95% dei casi, la nube di sostanza chimica può permanere. Da sottolineare il fatto che a velocità del vento più bassa, corrisponde una maggior possibilità di cambio di direzione del vento, quindi se la velocità del vento diminuisce, la linea di tolleranza della direzione del vento diventa più ampia.

Nei grafici viene indicata l'area potenzialmente tossica di una nube, ovvero la previsione delle zone dove la concentrazione di vapore tossico, a livello del terreno, può risultare pericoloso.

Il software stima che la zona di pericolo si estenderà sottovento fino ai metri indicati. Ciò vuol dire che all'interno dell'area indicata, il valore della concentrazione della sostanza tossica può superare il livello indicato. Significa che in condizioni di concentrazione che superano il livello indicato, ovvero nel nostro caso l'IDLH di 300 ppm, le persone coinvolte possono riscontrare effetti sulla salute. Viene preso in considerazione l'IDLH, in quanto è il livello di concentrazione di sostanza al di sotto del quale le persone, in seguito ad esposizione di 30 minuti, non subiscono per inalazione danni irreversibili alla salute e sintomi tali da non permettere all'individuo di eseguire le adeguate azioni protettive e quindi scappare e mettersi al riparo. Oltre a questo limite, l'individuo subisce danni permanenti.

All'esterno dell'area indicata, invece, i valori sono più bassi del limite indicato come riferimento.

CASO 1_Condizione atmosferica D5

In questo scenario, **la soglia dell'IDLH di 300 ppm non viene raggiunta**, di conseguenza, si è deciso di riportare i valori riguardanti delle soglie minori, la più alta delle quali è stata fissata a 50 ppm.

Di seguito i risultati derivanti dal software di calcolo ALOHA:

SITE DATA:

Location: VALCONASSO, ITALY
Building Air Exchanges Per Hour: 0.77 (sheltered single storied)
Time: September 6, 2024 1300 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: AMMONIA
CAS Number: 7664-41-7 Molecular Weight: 17.03 g/mol
AEGL-1 (60 min): 30 ppm AEGL-2 (60 min): 160 ppm AEGL-3 (60 min): 1100 ppm
IDLH: 300 ppm LEL: 150000 ppm UEL: 280000 ppm
Ambient Boiling Point: -33.6° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 5 meters/second from e at 10 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 10 tenths
Air Temperature: 15° C Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 80%

SOURCE STRENGTH:

Direct Source: 0.003 kilograms/sec Source Height: 7 meters
Release Duration: 60 minutes
Release Rate: 180 grams/min
Total Amount Released: 10.8 kilograms
Note: This chemical may flash boil and/or result in two phase flow.
Use both dispersion modules to investigate its potential behavior.

THREAT ZONE:

Model Run: Gaussian
Red : LOC is not exceeded --- (50 ppm)
Note: Threat zone was not drawn because
the ground level concentrations never exceed the LOC.
Orange: LOC is not exceeded --- (25 ppm)
Note: Threat zone was not drawn because
the ground level concentrations never exceed the LOC.
Yellow: LOC is not exceeded --- (10 ppm)
Note: Threat zone was not drawn because
the ground level concentrations never exceed the LOC.

Come possiamo notare dalla risposta del software, in questa condizione atmosferica la possibilità che concentrazione di sostanza tossica superi i 5 ppm al suolo è nulla.

CASO 2_Condizione atmosferica F2

In questo scenario, **la soglia dell'IDLH di 300 ppm non viene raggiunta**, di conseguenza, si è deciso di riportare i valori riguardanti delle soglie minori, la più alta delle quali è stata fissata a 50 ppm.

Di seguito i risultati derivanti dal software di calcolo ALOHA e i grafici elaborati dell'estensione delle aree secondo le soglie indicate:

SITE DATA:

Location: VALCONASSO, ITALY
Building Air Exchanges Per Hour: 0.33 (sheltered single storied)
Time: September 6, 2024 0000 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: AMMONIA
CAS Number: 7664-41-7 Molecular Weight: 17.03 g/mol
AEGL-1 (60 min): 30 ppm AEGL-2 (60 min): 160 ppm AEGL-3 (60 min): 1100 ppm
IDLH: 300 ppm LEL: 150000 ppm UEL: 280000 ppm
Ambient Boiling Point: -33.6° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 2 meters/second from e at 10 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 0 tenths
Air Temperature: 11° C Stability Class: F
No Inversion Height Relative Humidity: 80%

SOURCE STRENGTH:

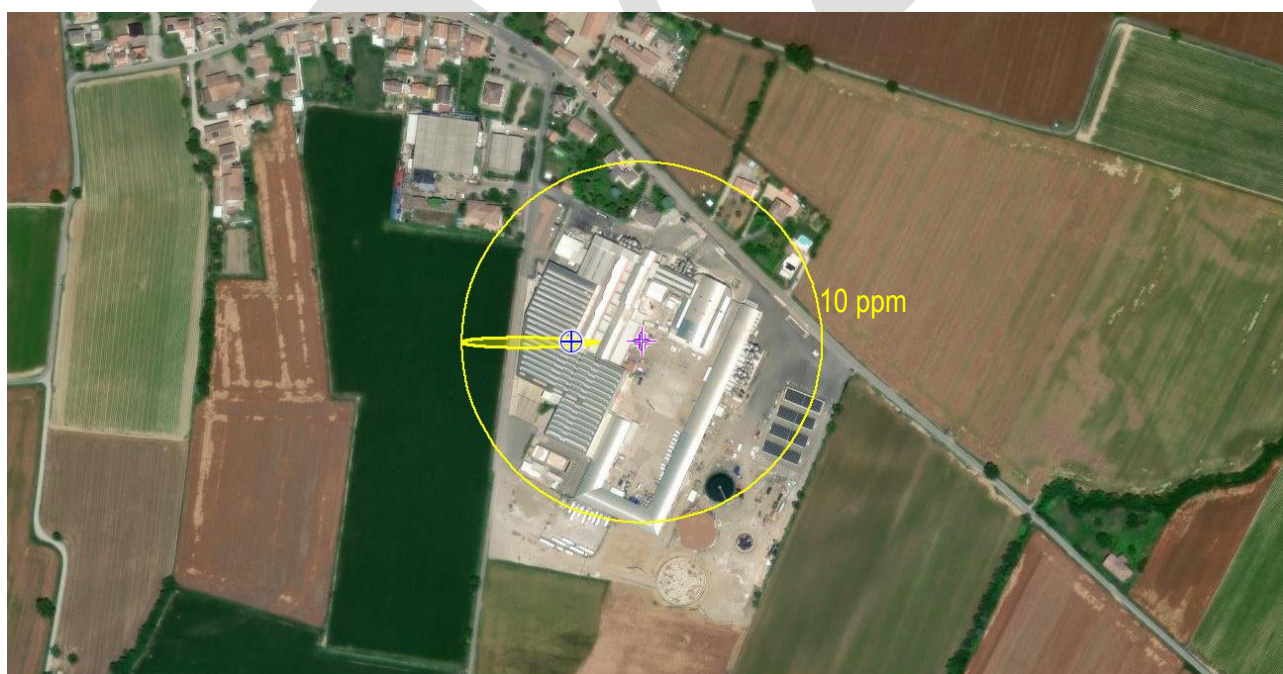
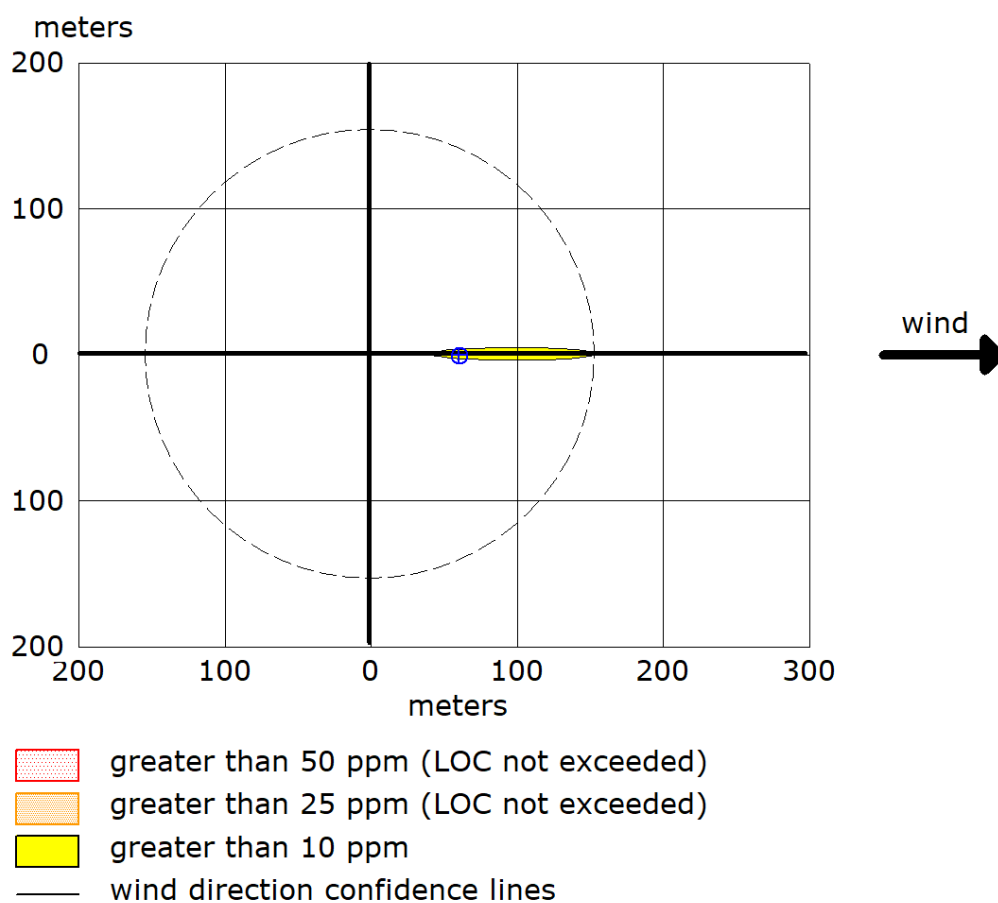
Direct Source: 0.003 kilograms/sec Source Height: 7 meters
Release Duration: 60 minutes
Release Rate: 180 grams/min
Total Amount Released: 10.8 kilograms
Note: This chemical may flash boil and/or result in two phase flow.
Use both dispersion modules to investigate its potential behavior.

THREAT ZONE:

Model Run: Gaussian
Red : LOC is not exceeded --- (50 ppm)
Note: Threat zone was not drawn because
the ground level concentrations never exceed the LOC.
Orange: LOC is not exceeded --- (25 ppm)
Note: Threat zone was not drawn because
the ground level concentrations never exceed the LOC.
Yellow: 153 meters --- (10 ppm)

In questo caso, la possibilità che la concentrazione di sostanza tossica superi i 10 ppm al suolo è racchiusa in un'area che raggiunge 153 m dalla sorgente di emissione. Si tenga presente che all'interno di quest'area la concentrazione può raggiungere anche valori più elevati rispetto al limite indicato come riferimento. La soglia indicata di 25 ppm non viene, invece, raggiunta.

Come si evince dal grafico, quando la velocità del vento è minore, maggiore è la possibile variazione della direzione.



La concentrazione maggiore, pari a 23,4 ppm, viene registrata a circa 60 m di distanza dalla sorgente di emissione, come di seguito descritto:

THREAT AT POINT:

Concentration Estimates at the point:

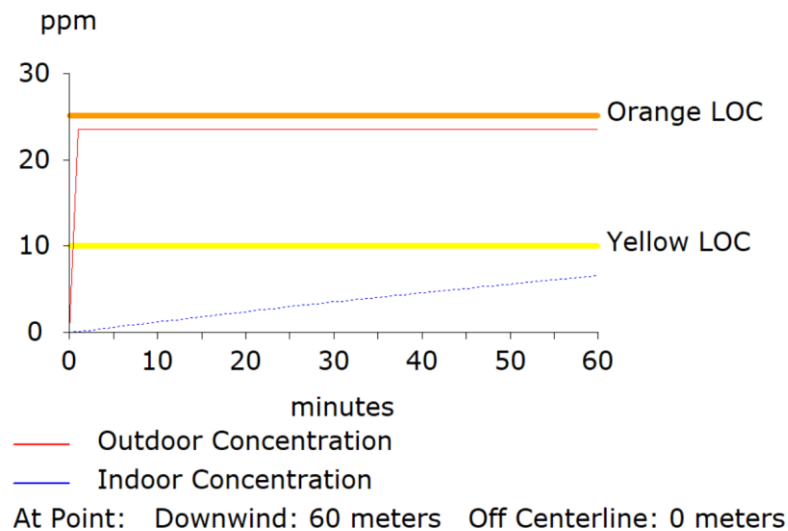
Downwind: 60 meters

Off Centerline: 0 meters

Max Concentration:

Outdoor: 23.4 ppm

Indoor: 6.52 ppm



Il grafico mostra la concentrazione in aria della sostanza chimica a livello terra, sia all'interno che all'esterno, alla distanza specificata, durante la prima ora a partire dall'inizio dell'emissione. I valori indicati rappresentano una media della concentrazione tossica, che dura mediamente qualche minuto. Va sottolineato che la concentrazione delle sostanze tossiche può variare in maniera considerevole nel giro di alcuni secondi, per cui potrebbe succedere che il picco massimo di concentrazione ecceda in maniera significativa rispetto alla concentrazione media stimata indicata dal grafico.

La linea rossa rappresenta la concentrazione a livello terreno che si registra all'esterno degli edifici, la linea blu tratteggiata rappresenta la concentrazione in luogo chiuso, all'interno degli edifici circostanti, considerando che tutte le porte e le finestre siano chiuse, impedendo così alla sostanza tossica di entrare nei locali. Come si può vedere, alla distanza indicata dalla sorgente di emissione, all'interno degli edifici la concentrazione aumenta con il passare dei minuti ma, in questo caso, anche dopo un'ora dall'emissione in atmosfera, i livelli rimangono sotto le soglie di preoccupazione che possono arrecare danni agli individui.

CASO 1_Condizione atmosferica D5

In questo scenario, **la soglia dell'IDLH di 300 ppm non viene raggiunta**, di conseguenza, si è deciso di riportare i valori riguardanti delle soglie minori, la più alta delle quali è stata fissata a 100 ppm.

Di seguito i risultati derivanti dal software di calcolo ALOHA:

SITE DATA:

Location: VALCONASSO, ITALY
Building Air Exchanges Per Hour: 0.48 (sheltered single storied)
Time: September 6, 2024 1300 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: AMMONIA
CAS Number: 7664-41-7 Molecular Weight: 17.03 g/mol
AEGL-1 (60 min): 30 ppm AEGL-2 (60 min): 160 ppm AEGL-3 (60 min): 1100 ppm
IDLH: 300 ppm LEL: 150000 ppm UEL: 280000 ppm
Ambient Boiling Point: -33.6° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 5 meters/second from e at 10 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 10 tenths
Air Temperature: 15° C Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 80%

SOURCE STRENGTH:

Direct Source: 0.0033 kilograms/sec Source Height: 2.5 meters
Release Duration: 60 minutes
Release Rate: 198 grams/min
Total Amount Released: 11.9 kilograms
Note: This chemical may flash boil and/or result in two phase flow.
Use both dispersion modules to investigate its potential behavior.

THREAT ZONE:

Model Run: Gaussian
Red : LOC is not exceeded --- (100 ppm)
Note: Threat zone was not drawn because
the ground level concentrations never exceed the LOC.
Orange: 27 meters --- (50 ppm)
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness
make dispersion predictions less reliable for short distances.
Yellow: 41 meters --- (25 ppm)
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness
make dispersion predictions less reliable for short distances.

Come possiamo notare dalla risposta del software, in questa condizione atmosferica la possibilità che concentrazione di sostanza tossica superi i 100 ppm al suolo è nulla.

CASO 2_Condizione atmosferica F2

In questo scenario, **la soglia dell'IDLH di 300 ppm viene raggiunta**. Di seguito i risultati derivanti dal software di calcolo ALOHA e i grafici elaborati dell'estensione delle aree secondo le soglie indicate:

SITE DATA:

Location: VALCONASSO, ITALY
Building Air Exchanges Per Hour: 0.33 (sheltered single storied)
Time: September 6, 2024 0000 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: AMMONIA
CAS Number: 7664-41-7 Molecular Weight: 17.03 g/mol
AEGL-1 (60 min): 30 ppm AEGL-2 (60 min): 160 ppm AEGL-3 (60 min): 1100 ppm
IDLH: 300 ppm LEL: 150000 ppm UEL: 280000 ppm
Ambient Boiling Point: -33.6° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 2 meters/second from e at 10 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 0 tenths
Air Temperature: 11° C Stability Class: F
No Inversion Height Relative Humidity: 80%

SOURCE STRENGTH:

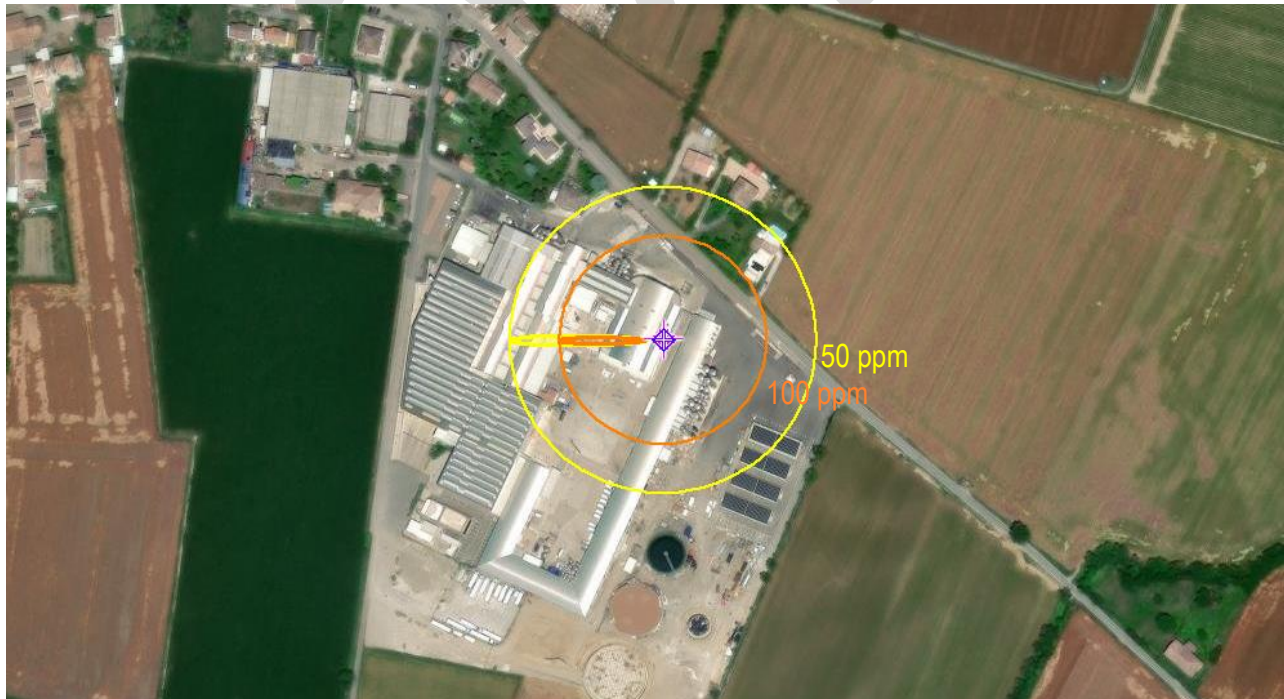
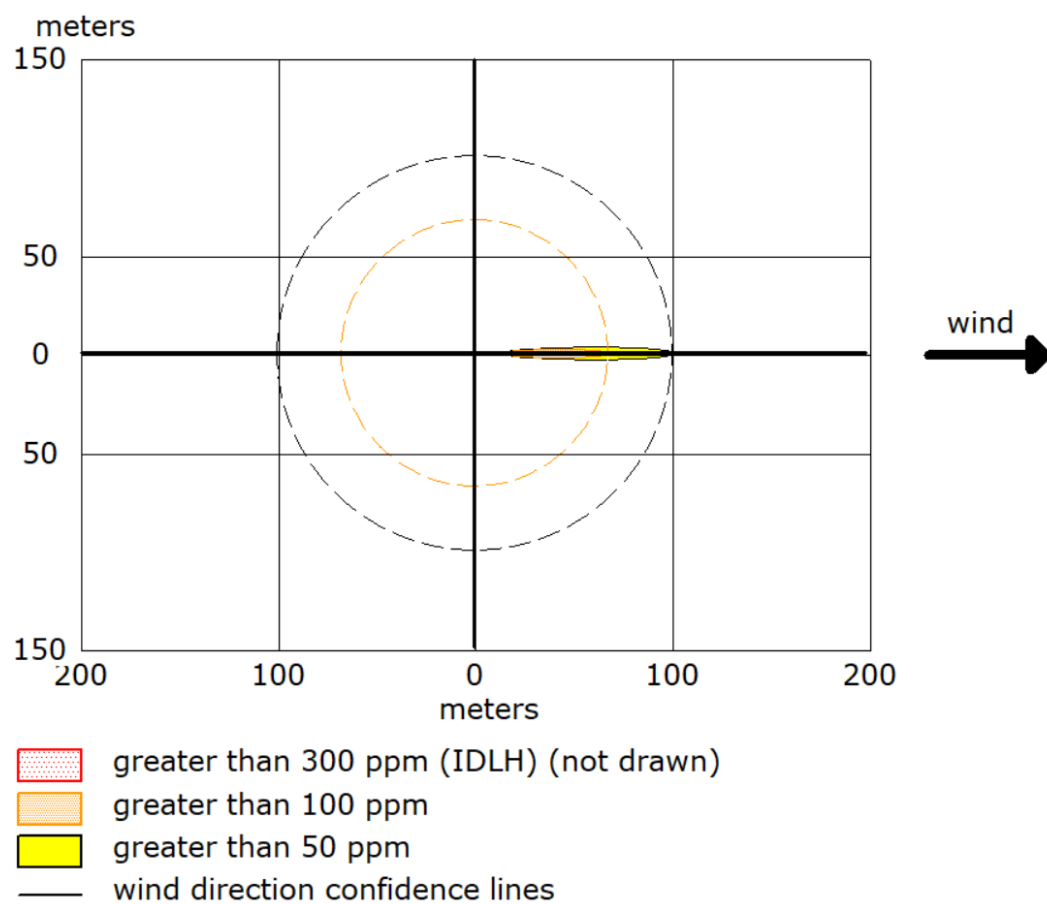
Direct Source: 0.0033 kilograms/sec Source Height: 2.5 meters
Release Duration: 60 minutes
Release Rate: 198 grams/min
Total Amount Released: 11.9 kilograms
Note: This chemical may flash boil and/or result in two phase flow.
Use both dispersion modules to investigate its potential behavior.

THREAT ZONE:

Model Run: Gaussian
Red : 32 meters --- (300 ppm = IDLH)
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness
make dispersion predictions less reliable for short distances.
Orange: 68 meters --- (100 ppm)
Yellow: 100 meters --- (50 ppm)

In questo caso, la possibilità che la concentrazione di sostanza tossica superi i 300 ppm al suolo è racchiusa in un'area che raggiunge 32 m dalla sorgente di emissione. Si tenga presente che all'interno di quest'area la concentrazione può raggiungere anche valori più elevati rispetto al limite indicato come riferimento.

Come si evince dal grafico, quando la velocità del vento è minore, maggiore è la possibile variazione della direzione.



La concentrazione maggiore, pari a 356 ppm, viene registrata a circa 25 m di distanza dalla sorgente di emissione, come di seguito descritto:

THREAT AT POINT:

Concentration Estimates at the point:

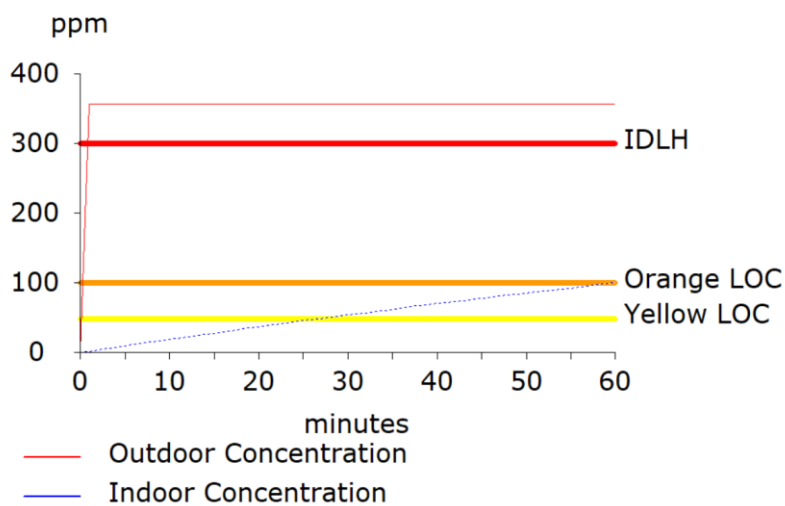
Downwind: 25 meters

Off Centerline: 0 meters

Max Concentration:

Outdoor: 356 ppm

Indoor: 98.9 ppm



At Point: Downwind: 25 meters Off Centerline: 0 meters

Il grafico mostra la concentrazione in aria della sostanza chimica a livello terra, sia all'interno che all'esterno, alla distanza specificata, durante la prima ora a partire dall'inizio dell'emissione. I valori indicati rappresentano una media della concentrazione tossica, che dura mediamente qualche minuto. Va sottolineato che la concentrazione delle sostanze tossiche può variare in maniera considerevole nel giro di alcuni secondi, per cui potrebbe succedere che il picco massimo di concentrazione ecceda in maniera significativa rispetto alla concentrazione media stimata indicata dal grafico.

La linea rossa rappresenta la concentrazione a livello terreno che si registra all'esterno degli edifici, la linea blu tratteggiata rappresenta la concentrazione in luogo chiuso, all'interno degli edifici circostanti, considerando che tutte le porte e le finestre siano chiuse, impedendo così alla sostanza tossica di entrare nei locali. Come si può vedere, alla distanza indicata dalla sorgente di emissione, all'interno degli edifici la concentrazione aumenta con il passare dei minuti ma, in questo caso, anche dopo un'ora dall'emissione in atmosfera, i livelli rimangono sotto le soglie di preoccupazione che possono arrecare danni agli individui.

CASO 1_Condizione atmosferica D5

In questo scenario, **la soglia dell'IDLH di 300 ppm non viene raggiunta**, di conseguenza, si è deciso di riportare i valori riguardanti delle soglie minori, la più alta delle quali è stata fissata a 50 ppm.

Di seguito i risultati derivanti dal software di calcolo ALOHA:

SITE DATA:

Location: VALCONASSO, ITALY
Building Air Exchanges Per Hour: 0.48 (sheltered single storied)
Time: September 6, 2024 1300 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: AMMONIA
CAS Number: 7664-41-7 Molecular Weight: 17.03 g/mol
AEGL-1 (60 min): 30 ppm AEGL-2 (60 min): 160 ppm AEGL-3 (60 min): 1100 ppm
IDLH: 300 ppm LEL: 150000 ppm UEL: 280000 ppm
Ambient Boiling Point: -33.6° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 5 meters/second from e at 10 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 10 tenths
Air Temperature: 15° C Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 80%

SOURCE STRENGTH:

Direct Source: 0.003 kilograms/sec Source Height: 8 meters
Release Duration: 60 minutes
Release Rate: 180 grams/min
Total Amount Released: 10.8 kilograms
Note: This chemical may flash boil and/or result in two phase flow.
Use both dispersion modules to investigate its potential behavior.

THREAT ZONE:

Model Run: Gaussian
Red : LOC is not exceeded --- (50 ppm)
Note: Threat zone was not drawn because
the ground level concentrations never exceed the LOC.
Orange: LOC is not exceeded --- (25 ppm)
Note: Threat zone was not drawn because
the ground level concentrations never exceed the LOC.
Yellow: LOC is not exceeded --- (10 ppm)
Note: Threat zone was not drawn because
the ground level concentrations never exceed the LOC.

Come possiamo notare dalla risposta del software, in questa condizione atmosferica la possibilità che concentrazione di sostanza tossica superi i 10 ppm al suolo è nulla.

CASO 2_Condizione atmosferica F2

In questo scenario, **la soglia dell'IDLH di 300 ppm non viene raggiunta**, di conseguenza, si è deciso di riportare i valori riguardanti delle soglie minori, la più alta delle quali è stata fissata a 50 ppm.

Di seguito i risultati derivanti dal software di calcolo ALOHA e i grafici elaborati dell'estensione delle aree secondo le soglie indicate:

SITE DATA:

Location: VALCONASSO, ITALY
Building Air Exchanges Per Hour: 0.33 (sheltered single storied)
Time: September 6, 2024 0000 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: AMMONIA
CAS Number: 7664-41-7 Molecular Weight: 17.03 g/mol
AEGL-1 (60 min): 30 ppm AEGL-2 (60 min): 160 ppm AEGL-3 (60 min): 1100 ppm
IDLH: 300 ppm LEL: 150000 ppm UEL: 280000 ppm
Ambient Boiling Point: -33.6° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 2 meters/second from e at 10 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 0 tenths
Air Temperature: 11° C Stability Class: F
No Inversion Height Relative Humidity: 80%

SOURCE STRENGTH:

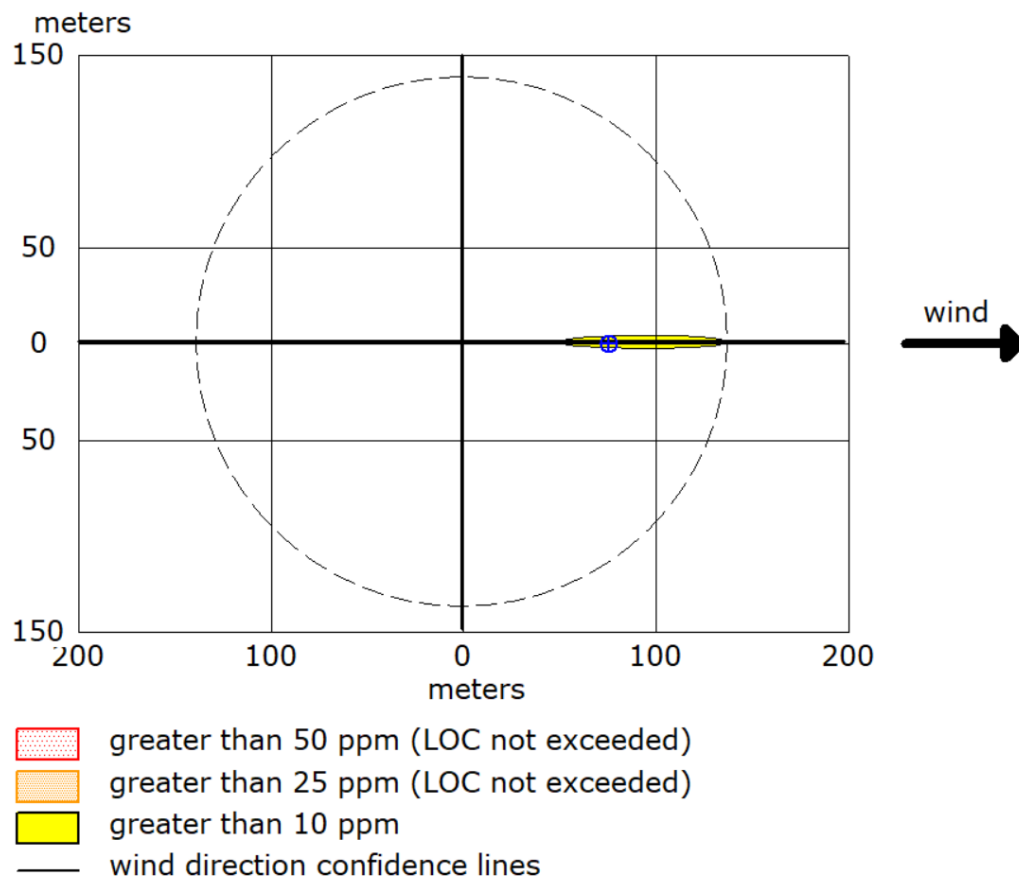
Direct Source: 0.003 kilograms/sec Source Height: 8 meters
Release Duration: 60 minutes
Release Rate: 180 grams/min
Total Amount Released: 10.8 kilograms
Note: This chemical may flash boil and/or result in two phase flow.
Use both dispersion modules to investigate its potential behavior.

THREAT ZONE:

Model Run: Gaussian
Red : LOC is not exceeded --- (50 ppm)
Note: Threat zone was not drawn because
the ground level concentrations never exceed the LOC.
Orange: LOC is not exceeded --- (25 ppm)
Note: Threat zone was not drawn because
the ground level concentrations never exceed the LOC.
Yellow: 138 meters --- (10 ppm)

In questo caso, la possibilità che la concentrazione di sostanza tossica superi i 10 ppm al suolo è racchiusa in un'area che raggiunge 138 m dalla sorgente di emissione. Si tenga presente che all'interno di quest'area la concentrazione può raggiungere anche valori più elevati rispetto al limite indicato come riferimento. La soglia indicata di 25 ppm non viene, invece, raggiunta.

Come si evince dal grafico, quando la velocità del vento è minore, maggiore è la possibile variazione della direzione.



La concentrazione maggiore, pari a 16,5 ppm, viene registrata a circa 75 m di distanza dalla sorgente di emissione, come di seguito descritto:

THREAT AT POINT:

Concentration Estimates at the point:

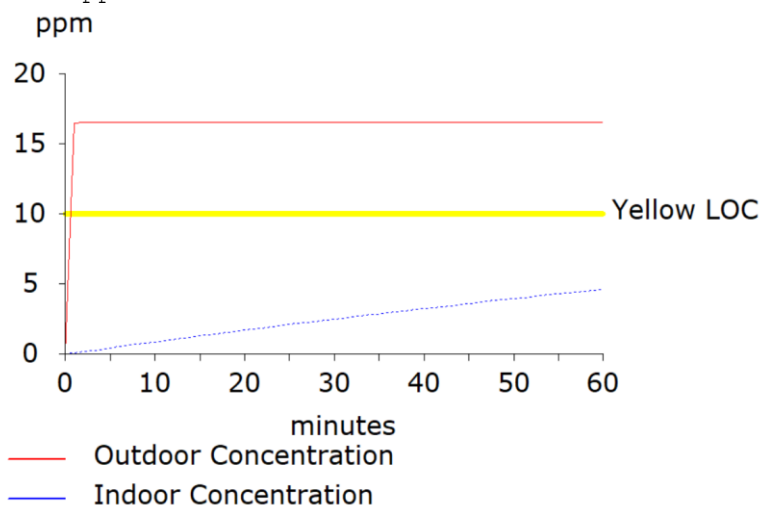
Downwind: 75 meters

Off Centerline: 0 meters

Max Concentration:

Outdoor: 16.5 ppm

Indoor: 4.59 ppm



At Point: Downwind: 75 meters Off Centerline: 0 meters

Il grafico mostra la concentrazione in aria della sostanza chimica a livello terra, sia all'interno che all'esterno, alla distanza specificata, durante la prima ora a partire dall'inizio dell'emissione. I valori indicati rappresentano una media della concentrazione tossica, che dura mediamente qualche minuto. Va sottolineato che la concentrazione delle sostanze tossiche può variare in maniera considerevole nel giro di alcuni secondi, per cui potrebbe succedere che il picco massimo di concentrazione ecceda in maniera significativa rispetto alla concentrazione media stimata indicata dal grafico.

La linea rossa rappresenta la concentrazione a livello terreno che si registra all'esterno degli edifici, la linea blu tratteggiata rappresenta la concentrazione in luogo chiuso, all'interno degli edifici circostanti, considerando che tutte le porte e le finestre siano chiuse, impedendo così alla sostanza tossica di entrare nei locali. Come si può vedere, alla distanza indicata dalla sorgente di emissione, all'interno degli edifici la concentrazione aumenta con il passare dei minuti ma, in questo caso, anche dopo un'ora dall'emissione in atmosfera, i livelli rimangono sotto le soglie di preoccupazione che possono arrecare danni agli individui.

17.4.4 ESITI

Gli esiti della simulazione, per entrambe le condizioni atmosferiche, e per la concentrazione presente sottovento al rilascio, in base alle tre soglie indicate, vengono sintetizzate nella seguente tabella.

CHILLER C1 - Estensione zona di pericolo sottovento			
Soglia	D5	Soglia	F2
50 ppm	--	50 ppm	--
25 ppm	--	25 ppm	--
10 ppm	--	10 ppm	153 m

CHILLER C2 e C3 posizione attuale - Estensione zona di pericolo sottovento			
Soglia	D5	Soglia	F2
300 ppm	--	300 ppm	32 m
100 ppm	27 m	100 ppm	68 m
50 ppm	41 m	50 ppm	100 m

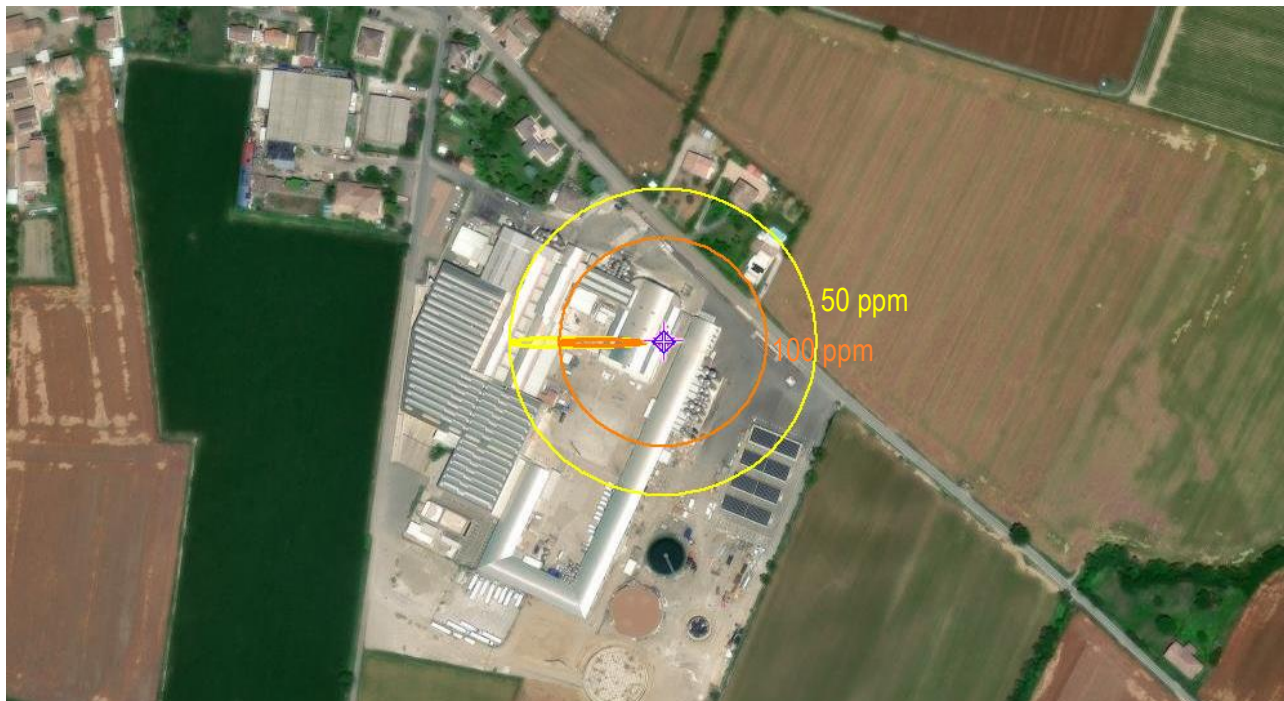
CHILLER C4 - Estensione zona di pericolo sottovento			
Soglia	D5	Soglia	F2
50 ppm	--	50 ppm	--
25 ppm	--	25 ppm	--
10 ppm	--	10 ppm	138 m

Si precisa che le distanze indicate nella tabella sono relative alla concentrazione calcolata al livello del suolo. La distanza indica l'estensione della zona di pericolo sottovento, entro la quale i livelli di concentrazione di inquinante, a livello del suolo, possono superare il livello indicato.

Analisi aree circostanti

Prendendo in considerazione il caso peggiore, il quale, dall'analisi appena effettuata, risulta essere lo scenario con condizioni atmosferiche F2 per i chiller C2 e C3, si è proceduto con l'individuazione dell'area che verrebbe interessata da un eventuale rilascio in atmosfera di Ammoniaca, ovvero il territorio compreso entro un raggio di 100 m dall'impianto, entro cui la concentrazione di gas tossico non supera i 50 ppm.

Di seguito viene riportata l'individuazione delle aree circostanti che verrebbero interessate dall'eventuale rilascio in atmosfera di Ammoniaca, secondo le modalità sopra descritte.



Come evidenziato in planimetria, un'eventuale emissione in atmosfera potrebbe coinvolgere alcuni punti sensibili, tra cui un piccolo gruppo di abitazioni limitrofe, situato all'interno dell'area interessata, oltre che una porzione di Via Firenze. In ogni caso, nessuna area è interessata da situazioni di pericolo immediato, in quanto le concentrazioni risultano inferiori all'IDLH. La concentrazione massima raggiunta al suolo, ad una distanza di 60 m dalla sorgente di emissione in corrispondenza dell'abitazione più vicina, risulta essere pari a 123 ppm, come di seguito riportato:

THREAT AT POINT:

Concentration Estimates at the point:

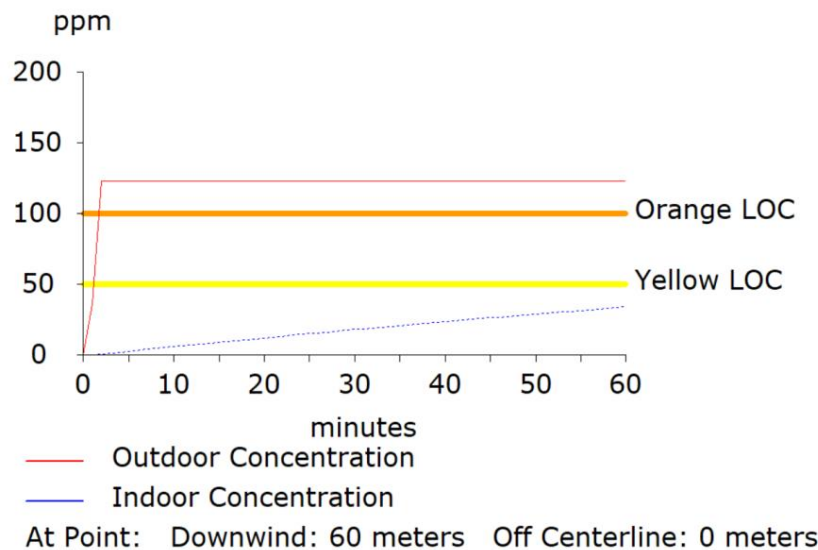
Downwind: 60 meters

Off Centerline: 0 meters

Max Concentration:

Outdoor: 123 ppm

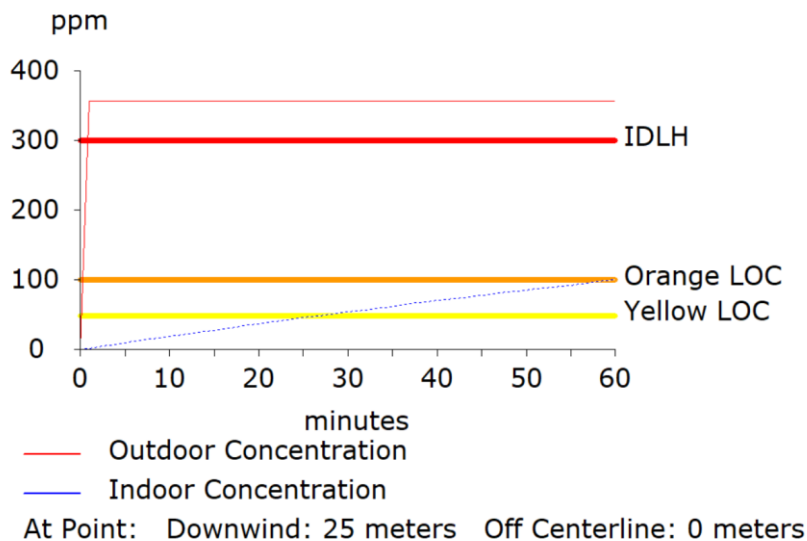
Indoor: 33.9 ppm



Inoltre, secondo il software, la concentrazione massima di sostanza tossica, pari a 356 ppm, si raggiunge alla distanza indicata di 25 m dalla sorgente di emissione e risulta essere come di seguito illustrata:

THREAT AT POINT:

Concentration Estimates at the point:
 Downwind: 25 meters Off Centerline: 0 meters
 Max Concentration:
 Outdoor: 356 ppm
 Indoor: 98.9 ppm



Il grafico mostra chiaramente che la sostanza tossica può raggiungere la distanza definita quasi istantaneamente dal momento della sua fuoriuscita dalla sorgente di emissione.

Questo avviene perché le condizioni di stabilità atmosferiche indicata favoriscono la dispersione orizzontale e verso l'alto della nube. Durante la notte, infatti, l'aria in prossimità del suolo si raffredda, favorendo così la risalita degli inquinanti piuttosto che la loro ricaduta a terra.

17.5 CONCLUSIONI

Le simulazioni effettuate, condotte in riferimento a ipotesi ragionevolmente conservative (rilascio continuo a portata costante per 60 minuti), confermano come in condizioni di stabilità atmosferica e vento debole la dispersione delle nubi in elevate concentrazioni raggiunga distanze più consistenti rispetto alle condizioni, più frequenti, di moderata instabilità atmosferica.

Dall'analisi effettuata, dunque, presupposto che:

- essendo le tubazioni in acciaio di alta qualità adatto alle basse temperature, saldato da operatori abilitati secondo procedure qualificate, sottoposte a CND e ad iter di collaudo a vuoto ed in pressione, è possibile dichiarare che il manifestarsi di una cricca sulle tubazioni esterne di alta temperatura sia di bassa probabilità;
- il condensatore evaporativo è installato all'esterno, a quota campagna;
- l'intervento degli operatori qualificati avviene entro un tempo stimato massimo di 60 minuti;

La concentrazione di **300 ppm** (soglia di IDLH, la più elevata tra quelle considerate) per le condizioni meteo prese in esame, conformemente a quanto indicato dal D.lgs. 105/2015, viene raggiunta solo in uno scenario:

- Chiller C2 e C3: 300 ppm a 32 m, con classe di stabilità F2 ed intensità del vento pari 2 m/sec; condizione meteorologica estremamente sfavorevole alla dispersione degli inquinanti nell'atmosfera;
- Chiller C1: 10 ppm a 153 m con classe di stabilità F2 ed intensità del vento pari 2 m/sec; condizione meteorologica estremamente sfavorevole alla dispersione degli inquinanti nell'atmosfera;
- Chiller C4: 10 ppm a 138 m con classe di stabilità F2 ed intensità del vento pari 2 m/sec; condizione meteorologica estremamente sfavorevole alla dispersione degli inquinanti nell'atmosfera.

Un'eventuale emissione in atmosfera proveniente dai Chiller C2 e C3, in caso di condizioni atmosferiche F2, potrebbe coinvolgere alcuni punti sensibili, tra cui un piccolo gruppo di abitazioni limitrofe, situato all'interno dell'area interessata, oltre che una porzione di Via Firenze. In ogni caso, nessuna area è interessata da situazioni di pericolo immediato, in quanto le concentrazioni risultano inferiori all'IDLH. La concentrazione massima raggiunta al suolo, ad una distanza di 60 m dalla sorgente di emissione in corrispondenza dell'abitazione più vicina, risulta essere pari a 123 ppm, come illustrato al paragrafo precedente.

In seguito allo spostamento di C2 e C3 e all'installazione di uno scrubber dedicato su ciascun gruppo chiller, lo scenario valutato per il chiller C4 può essere applicato anche ai chiller C2 e C3, in quanto:

- La quantità di Ammoniaca contenuta negli impianti, dopo il revamping, è paragonabile;
- Tutte le possibili sorgenti di emissione all'interno del cabinato verrebbero di fatto abbattute dallo scrubber;
- Lo spostamento degli impianti in copertura favorisce una migliore diluizione dell'eventuale emissione, riducendo la ricaduta al suolo.

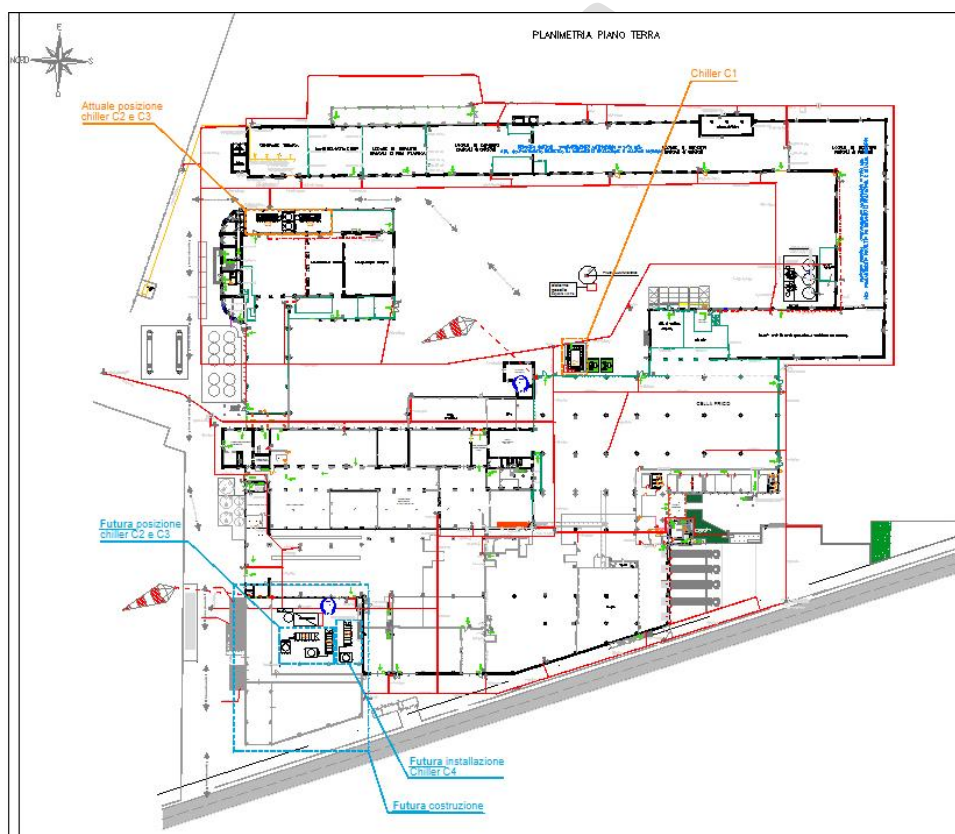
Questo comporterebbe che un'eventuale fuga di Ammoniaca, originatasi da un foro sulla tenuta di una flangia sul circuito di Ammoniaca liquida ad alta pressione esterna al cabinato, in condizioni meteorologiche estremamente sfavorevoli alla diluizione verticale, avrebbe un effetto di ricaduta al suolo in concentrazioni ben inferiori ai livelli di soglia TLV e prevalentemente di carattere odorigeno.

17.6 MISURE ADOTTATE PER RIDURRE IL RISCHIO DI RILASCIO ACCIDENTALE DI AMMONIACA

Le misure applicate all'impianto perché venga ridotto il rischio di rilascio accidentale di sostanza nell'atmosfera sono:

- Costruzione di strutture portanti primarie e secondarie rispondenti a normativa antisismica vigente;
- Utilizzo di materiali e procedure qualificate;
- Esecuzione di controlli periodici e manutenzioni ordinarie;
- Evitare la possibilità che si verifichino impatti e interventi dolosi;
- Adeguato coordinamento degli operatori qualificati.

Si rende noto inoltre che, per consentire il miglior svolgimento possibile delle attività di intervento in caso di fuga accidentale di Ammoniaca, viene predisposta l'installazione di una **manica a vento**, posizionata sul tetto dello stabilimento, in posizione non occlusa, dove non possa subire interferenze, e in modo che sia visibile e che possa permettere di individuare immediatamente direzione e forza del vento.



Posizionamento manica a vento

18.1 PREMESSA

Il modello proposto è una modalità di analisi che consente di effettuare la valutazione del rischio secondo quanto previsto dall'articolo 223 comma 1 del D.Lgs.81/08 (Titolo IX Capo I "Protezione da agenti chimici"): nel modello è infatti prevista l'identificazione e il peso da assegnare ai parametri indicati dall'articolo di legge e dai quali non è possibile prescindere. Il modello individua un percorso semplice, il più semplice possibile, per effettuare la valutazione del rischio da parte delle imprese Artigiane, Industriali, del Commercio e dei Servizi senza dover accedere, almeno in questa fase, a valutazioni con misurazione dell'agente chimico.

Infine, il modello va inteso come un percorso di "facilitazione" atto a consentire, soprattutto alle piccole e medie imprese, ma anche a quelle grandi la classificazione al di sopra o al di sotto della soglia del rischio IRRILEVANTE PER LA SALUTE.

18.2 METODOLOGIA

Il rischio R per le valutazioni del rischio derivante dall'esposizione ad agenti chimici pericolosi è il prodotto del pericolo P per l'esposizione E (Hazard x Exposure).

$$R = P \times E$$

Il pericolo P rappresenta l'indice di pericolosità intrinseca di una sostanza o di una miscela che nell'applicazione di questo modello viene identificato con le indicazioni di pericolo H che sono utilizzate nella classificazione secondo i criteri dell'Allegato I del Regolamento (CE) 1272/2008 e successive modificazioni (Regolamento CLP).

Ad ogni Hazard Statement (indicazione di pericolo H) è stato assegnato un punteggio (score) tenendo conto del significato delle disposizioni relative alla classificazione e all'etichettatura delle sostanze e delle miscele pericolose di cui all'Allegato I del Regolamento CLP.

Il *pericolo P* rappresenta quindi la potenziale pericolosità di una sostanza indipendentemente dai livelli a cui le persone sono esposte (pericolosità intrinseca).

L'*esposizione E* rappresenta il livello di esposizione dei soggetti nella specifica attività lavorativa.

Il *rischio R*, determinato secondo questo modello, tiene conto dei parametri di cui all'articolo 223 comma 1 del D.Lgs. 81/08:

- Per il pericolo P sono tenuti in considerazione le proprietà pericolose e l'assegnazione di un valore limite professionale, mediante il punteggio assegnato;
- Per l'esposizione E si sono presi in considerazione: il tipo, la durata dell'esposizione, le modalità con cui avviene l'esposizione, le quantità in uso, gli effetti delle misure preventive e protettive adottate.

Il rischio R, in questo modello, può essere calcolato separatamente per esposizioni inalatorie e per esposizioni cutanee:

$$\begin{aligned} R_{\text{inal}} &= P \times E_{\text{inal}} \\ R_{\text{cute}} &= P \times E_{\text{cute}} \end{aligned}$$

Nel caso in cui per un agente chimico pericoloso siano previste contemporaneamente entrambe le vie di assorbimento, il rischio R cumulativo (R_{cum}) è ottenuto tramite il seguente calcolo:

$$R_{\text{cum}} = \sqrt{(R_{\text{inal}}^2 + R_{\text{cute}}^2)}$$

Gli intervalli di variazione di R sono:

$$\begin{aligned} 0,1 &< R_{\text{inal}} < 100 \\ 1 &< R_{\text{cute}} < 100 \\ 1 &< R_{\text{cum}} < 141 \end{aligned}$$

**CRITERIO PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO
DA AGENTI CHIMICI PERICOLOSI**

	Valori di Rischio (R)	Classificazione
RISCHIO IRRILEVANTE	$0,1 \leq R < 15$	Rischio <u>irrilevante per la salute</u> <i>ZONA VERDE</i> Consultare comunque il medico competente
	$15 \leq R < 21$	Intervallo di incertezza. <i>ZONA ARANCIO</i> E' necessario, prima della classificazione in <u>rischio irrilevante per la salute</u> , rivedere con scrupolo l'assegnazione dei vari punteggi, rivedere le misure di prevenzione e protezione adottate e <u>consultare il medico competente per la decisione finale.</u>
RISCHIO SUPERIORE ALL'IRRILEVANTE	$21 \leq R \leq 40$	Rischio superiore al <u>rischio chimico irrilevante per la salute</u>. Applicare gli articoli 225, 226, 229 e 230 D.Lgs.81/08
	$40 < R \leq 80$	Zona di rischio elevato
	$R > 80$	Zona di grave rischio. Riconsiderare il percorso dell'identificazione delle misure di prevenzione e protezione ai fini di una loro eventuale implementazione. Intensificare i controlli quali la sorveglianza sanitaria, la misurazione degli agenti chimici e la periodicità della manutenzione.

Determinazione indice E_{inal}

L'indice di esposizione per via inalatoria E_{inal} viene determinato attraverso il prodotto di un Sub-indice I (Intensità dell'esposizione) per un Sub-indice d (distanza del lavoratore dalla sorgente di intensità I):

$$E_{\text{inal}} = I \times d$$

a) Determinazione del Sub-indice I dell'intensità di esposizione

Il calcolo del Sub-indice I comporta l'uso delle seguenti 5 variabili:

1. Proprietà chimico-fisiche
2. Quantità in uso
3. Tipologia d'uso
4. Tipologia di controllo
5. Tempo di esposizione

1. *Proprietà chimico-fisiche*. Vengono individuati quattro livelli, in ordine crescente relativamente alla possibilità della sostanza di rendersi disponibile in aria, in funzione della volatilità del liquido e della ipotizzabile o conosciuta granulometria delle polveri:

- stato solido/nebbie (largo spettro granulometrico),
- liquidi a bassa volatilità (bassa tensione di vapore),
- liquidi ad alta e media volatilità (alta tensione di vapore) o polveri fini,
- stato gassoso.

Per assegnare alle sostanze il corrispondente livello di granulometria delle polveri si può utilizzare il criterio individuato in: S.C: Maidment "Occupational Hygiene Considerations in the Development of a Structured Approach to Select Chemical Control Strategies" Ann. Occup. Hyg. Vol. 42, No 6 pp. 391-400, 1998 che viene di seguito riassunto in Tabella 1.

Per quanto riguarda i liquidi invece è necessario rifarsi alla volatilità dell'agente chimico considerando la temperatura di ebollizione (T_e) e la temperatura operativa (T_o) secondo la seguente suddivisione:

liquido a bassa volatilità $T_e \geq 5 \times T_o + 50$

liquido a media volatilità $2 \times T_o + 10 < T_e < 5 \times T_o + 50$

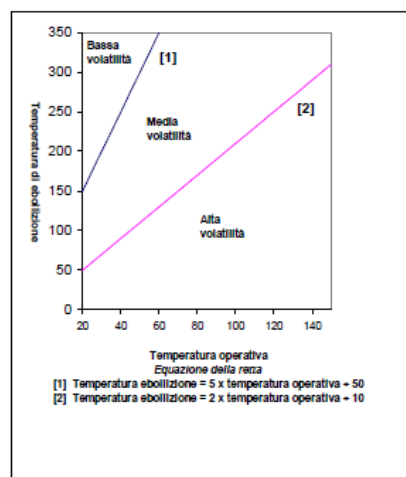
liquido ad alta volatilità $T_e \leq 2 \times T_o + 10$

oppure individuando la fascia di appartenenza nel grafico di Figura 1.

Tabella 1: Livelli di disponibilità - Polveri

LIVELLI DI DISPONIBILITÀ - POLVERI	
- Stato solido / nebbie - largo spettro granulometrico	
Basso	: pellet e similari, solidi non friabili, bassa evidenza di polverosità osservata durante l'uso. Per esempio: pellets di PVC cere e paraffine.
Medio	: solidi granulari o cristallini. Durante l'impiego la polverosità è visibile, ma la polvere si deposita rapidamente. Dopo l'uso la polvere è visibile sulle superfici. Per esempio: sapone in polvere, zucchero granulare.
- Polveri fini	
Alto	: polvere fine e leggera. Durante l'impiego si può vedere formarsi una nuvola di polvere che rimane aerosospesa per diversi minuti. Per esempio: cemento, Diossido di Titanio, toner di fotocopiatrice.

Figura 1: Livelli di disponibilità – Sostanze organiche liquide



2. *Quantità in uso*. Per quantità in uso si intende la quantità di agente chimico o della miscela effettivamente presente e destinata, con qualunque modalità, all'uso nell'ambiente di lavoro su base giornaliera.

Vengono identificate 5 classi come di seguito distinte:

- < 0,1 Kg
- 0,1 – 1 Kg
- 1 – 10 Kg
- 10 – 100 Kg
- > 100 Kg

3. *Tipologia d'uso*. Vengono individuati quattro livelli, sempre in ordine crescente relativamente alla possibilità di dispersione in aria, della tipologia d'uso della sostanza, che identificano la sorgente della esposizione.

- Uso in sistema chiuso: la sostanza/miscela è usata e/o conservata in reattori o contenitori a tenuta stagna e trasferita da un contenitore all'altro attraverso tubazioni stagne. Questa categoria non può essere applicata a situazioni in cui, in
- una qualsiasi sezione del processo produttivo, possano aversi rilasci nell'ambiente. In altre parole il sistema chiuso deve essere tale in tutte le sue parti.
- Uso in inclusione in matrice: la sostanza/miscela viene incorporata in materiali o prodotti da cui è impedita o limitata la dispersione nell'ambiente. Questa categoria include l'uso di materiali in "pellet", la dispersione di

solidi in un fluido non pericoloso con limitazione del rilascio di polveri e in genere l'inglobamento della sostanza/miscela in esame in matrici che tendano a trattenerla.

- Uso controllato e non dispersivo: questa categoria include le lavorazioni in cui sono coinvolti solo limitati gruppi selezionati di lavoratori, adeguatamente esperti dello specifico processo, e in cui sono disponibili sistemi di controllo adeguati a controllare e contenere l'esposizione.
- Uso con dispersione significativa: questa categoria include lavorazioni ed attività che possono comportare un'esposizione sostanzialmente incontrollata non solo degli addetti, ma anche di altri lavoratori ed eventualmente della popolazione generale. Possono essere classificati in questa categoria processi come l'irrorazione di prodotti fitosanitari, l'uso di vernici ed altre analoghe attività svolte all'esterno.

4. *Tipologia di controllo.* Vengono individuate, per grandi categorie, le misure che possono essere previste e predisposte per evitare che il lavoratore sia esposto all'agente chimico; l'ordine è decrescente per efficacia di controllo.

- Contenimento completo: corrisponde ad una situazione a ciclo chiuso. Dovrebbe, almeno teoricamente, rendere trascurabile l'esposizione, ove si escluda il caso di anomalie, incidenti, errori.
- Ventilazione - aspirazione locale delle emissioni (LEV): questo sistema rimuove il contaminante alla sua sorgente di rilascio, impedendone la dispersione nelle aree con presenza umana, dove potrebbe essere inalato.
- Segregazione - separazione: il lavoratore è separato dalla sorgente di rilascio del contaminante da un appropriato spazio di sicurezza, o vi sono adeguati intervalli di tempo fra la presenza del contaminante nell'ambiente e la presenza del personale nella stessa area. Questa procedura si riferisce soprattutto all'adozione di metodi e comportamenti appropriati, controllati in modo adeguato, piuttosto che ad una separazione fisica effettiva (come nel caso del contenimento completo). Il fattore dominante diviene quindi il comportamento finalizzato alla prevenzione dell'esposizione.
- Diluizione - ventilazione: questa può essere naturale o meccanica. Questo metodo è applicabile nei casi in cui esso consenta di minimizzare l'esposizione e renderla trascurabile in rapporto alla pericolosità intrinseca del fattore di rischio, tramite un'adeguata progettazione del ricircolo dell'aria. Richiede generalmente un adeguato monitoraggio continuativo.
- Manipolazione diretta: in questo caso il lavoratore opera a diretto contatto con il materiale pericoloso; non essendo possibile l'applicazione delle misure generali di tutela, si adottano unicamente dispositivi di protezione individuale. Si può assumere che in queste condizioni le esposizioni possano essere anche relativamente elevate.

5. *Tempo di esposizione.* Vengono individuati cinque intervalli per definire il tempo di esposizione alla sostanza o alla miscela:

- Inferiore a 15 minuti,
- tra 15 minuti e le due ore,
- tra le due ore e le quattro ore,
- tra le quattro ore e le sei ore,
- più di sei ore.

L'identificazione del tempo di esposizione deve essere effettuata su base giornaliera, indipendentemente dalla frequenza d'uso dell'agente su basi temporali più ampie, quali la settimana, il mese o l'anno. Quindi è necessario individuare con precisione per ogni lavoratore quale sia la giornata nell'anno in cui l'esposizione ad agenti chimici pericolosi individua il rischio più elevato per la salute.

Se nelle condizioni di rischio maggiore la lavorazione interessa l'uso di diversi agenti chimici pericolosi in tempi diversi al fine dell'individuazione del tempo d'esposizione dei lavoratori si considera il tempo che complessivamente espone a tutti gli agenti chimici pericolosi.

Le cinque variabili individuate permettono la determinazione del sub-indice I attraverso un sistema di matrici a punteggio secondo la seguente procedura:

- attraverso l'identificazione delle Proprietà Chimico-Fisiche della sostanza o della miscela e delle Quantità In Uso, inserite nella matrice 1, viene stabilito un primo indicatore D su quattro livelli di crescente potenziale disponibilità all'aerodispersione;

- ottenuto l'indicatore D ed identificata la Tipologia D'uso, secondo la definizione di cui al punto 3, è possibile attraverso la matrice 2 ottenere il successivo indicatore U su tre livelli di crescente effettiva disponibilità all'aerodispersione;
- ottenuto l'indicatore U ed identificata la Tipologia Di Controllo, secondo la definizione di cui al punto 4, attraverso la matrice 3 è possibile ricavare un successivo indicatore C che tiene conto dei fattori di compensazione, relativi alle misure di prevenzione o protezione adottate nell'ambiente di lavoro;
- infine dall'indicatore C ottenuto e dal Tempo di effettiva esposizione del lavoratore/i è possibile attribuire, attraverso la matrice 4, il valore del sub-indice I, distribuito su quattro diversi gradi, che corrispondono a diverse "Intensità Di Esposizione", indipendentemente dalla distanza dalla sorgente dei lavoratori esposti.

b) Identificazione del Sub-indice d della distanza degli esposti dalla sorgente

Il sub-indice d tiene conto della distanza fra una sorgente di intensità I e il lavoratore/i esposto/i : nel caso che questi siano prossimi alla sorgente (< 1 metro) il sub-indice I rimane inalterato (d =1); via via che il lavoratore risulta lontano dalla sorgente il sub-indice di intensità di esposizione I deve essere ridotto proporzionalmente fino ad arrivare ad un valore di 1/10 di I per distanze maggiori di 10 metri.

I valori di d da utilizzare sono indicati nella seguente tabella:

Distanza in metri	Valori di d
Inferiore ad 1	1
Da 1 a inferiore a 3	0,75
Da 3 a inferiore a 5	0,50
Da 5 a inferiore a 10	0,25
Maggiore o uguale a 10	0,1

Schema semplificato per il calcolo di E_{inal}

Per l'applicazione del modello per la valutazione dell'esposizione inalatoria (E_{inal}) viene utilizzato uno schema semplificato che consente:

- di avere il quadro complessivo di tutte le variabili che concorrono all'esposizione inalatoria;
- di individuare, per ognuna delle variabili, l'opzione scelta barrando l'apposita casella;
- di individuare, attraverso il sistema delle quattro matrici, gli indicatori D, U, C ed I;
- di calcolare, attraverso il valore della distanza dalla sorgente d, il valore di E_{inal} .

Lo schema debitamente compilato con l'assegnazione delle variabili, gli indicatori D, U, C, I, ricavati, la distanza d e il calcolo di E_{inal} , va applicato per ogni lavoratore e per ogni sostanza o miscela pericolosa.

Determinazione indice E_{cute}

L'indice di esposizione per via cutanea E_{cute} viene determinato attraverso una semplice matrice che tiene conto di due variabili:

1 . *Tipologia d'uso*. Vengono individuati quattro livelli, sempre in ordine crescente relativamente alla possibilità di dispersione in aria, della tipologia d'uso della sostanza, che identificano la sorgente della esposizione.

- Uso in sistema chiuso: la sostanza/miscela è usata e/o conservata in reattori o contenitori a tenuta stagna e trasferita da un contenitore all'altro attraverso tubazioni stagne. Questa categoria non può essere applicata a situazioni in cui, in una qualsiasi sezione del processo produttivo, possano aversi rilasci nell'ambiente. In altre parole il sistema chiuso deve essere tale in tutte le sue parti.
- Uso in inclusione in matrice: la sostanza/miscela viene incorporata in materiali o prodotti da cui è impedita o limitata la dispersione nell'ambiente. Questa categoria include l'uso di materiali in "pellet", la dispersione di solidi in un fluido non pericoloso con limitazione del rilascio di polveri e in genere l'inglobamento della sostanza/miscela in esame in matrici che tendano a trattenerla.
- Uso controllato e non dispersivo: questa categoria include le lavorazioni in cui sono coinvolti solo limitati gruppi selezionati di lavoratori, adeguatamente esperti dello specifico processo, e in cui sono disponibili sistemi di controllo adeguati a controllare e contenere l'esposizione.

- Uso con dispersione significativa: questa categoria include lavorazioni ed attività che possono comportare un'esposizione sostanzialmente incontrollata non solo degli addetti, ma anche di altri lavoratori ed eventualmente della popolazione generale. Possono essere classificati in questa categoria processi come l'irrorazione di prodotti fitosanitari, l'uso di vernici ed altre analoghe attività svolte all'esterno.

2. I livelli di contatto cutaneo, vengono individuati su una scala di quattro gradi in ordine crescente:

- Nessun contatto.
- Contatto accidentale; non più di un evento al giorno, dovuto a spruzzi o rilasci occasionali (come per esempio nel caso della preparazione di una vernice).
- Contatto discontinuo; da due a dieci eventi al giorno, dovuti alle caratteristiche proprie del processo.
- Contatto esteso; il numero di eventi giornalieri è superiore a dieci.

Dopo aver attribuito le ipotesi relative alle due variabili sopra indicate e con l'ausilio della matrice per la valutazione cutanea è possibile assegnare il valore dell'indice E_{cute} .

18.3 APPLICAZIONE CASO IN ESAME E RISULTATI

La trattazione seguente è finalizzata alla valutazione del rischio sulla salute per il personale abilitato in caso di esposizione per inalazione e contatto alla sostanza Ammoniaca.

Eventi presi in esame come possibilità di esposizione incidentale alla sostanza Ammoniaca:

1. SCENARIO 1: **ASSENZA DI FUGA** il sistema è chiuso in tutte le sue parti. L'esposizione è considerata trascurabile, escludendo il caso di anomalie, incidenti, errori.
2. SCENARIO 2: **PRESENZA DI FUGA** fuga accidentale, la fuoriuscita è limitata al locale senza presenza continuativa di personale. L'accesso è consentito solo a personale autorizzato e adeguatamente formato e addestrato. Sono presenti sistemi di controllo adeguati a contenere l'esposizione (rilevatori, estrazione, valvole di sicurezza)

18.3.1 SCENARIO 1

SCENARIO 1: ASSENZA DI FUGA, ESPOSIZIONE PER INALAZIONE E CONTATTO

DENOMINAZIONE SOSTANZA	Ammoniaca Anidra
AMBIENTE DI LAVORO	Sala macchine
MANSIONE	Personale abilitato – Gestione ordinaria

TIPOLOGIA D'USO

- **Uso in sistema chiuso:** la sostanza è usata e conservata in reattori o contenitori a tenuta stagna e trasferita da un contenitore all'altro attraverso tubazioni stagne. Non sono presenti situazioni in cui, in una qualsiasi sezione del processo, possano aversi rilasci nell'ambiente. Il sistema è chiuso in tutte le sue parti.

TIPOLOGIA DI CONTROLLO

- **Contenimento completo:** il sistema è chiuso in tutte le sue parti. L'esposizione è considerata trascurabile, escludendo il caso di anomalie, incidenti, errori.

TEMPO DI ESPOSIZIONE

- **2 ÷ 4 ore:** la gestione ordinaria dell'impianto può comportare tempi di permanenza degli addetti all'interno del locale per non più di 4 ore

DISTANZA DEGLI ESPOSTI

- **Inferiore a 1 metro:** la gestione ordinaria dell'impianto prevede operazioni a distanze inferiori a 1 metro dall'impianto

LIVELLO DI CONTATTO CUTANEO

- **Nessun contatto:** la gestione ordinaria dell'impianto non prevede alcun contatto con la sostanza

pag. 121/124

Proprietà chimico - fisiche	Quantità in uso				
	<0,1 kg	0,1÷1 kg	1÷10 kg	10÷100 kg	>100 kg
Solido / nebbia					
Bassa volatilità					
Media / Alta volatilità e polveri fini					
Stato gassoso					Alta
Tipologia	Tipologia d'uso				
	Sistema chiuso	Inclusione in matrice	Uso controllato	Uso dispersivo	
D=1					
D=2					
D=3					
D=4	Medio				
Tipologia	Livello di contatto				
	Nessun contatto	Contatto accidentale	Contatto discontinuo	Contatto esteso	
Sistema chiuso	Basso				
Inclusione in matrice					
Uso controllato					
Uso dispersivo					

	Tipologia di controllo				
	Contenimento completo	Aspirazione localizzata	Segregazione / separazione	Ventilazione generale	Manipolazione diretta
U=1					
U=2	Basso				
U=3					
	Tempo di esposizione				
	<15 min	15 min ÷ 2 ore	2 ÷ 4 ore	4 ÷ 6 ore	>6 ore
C=1			Medio / Basso		
C=2					
C=3					
Indice I	3	$R_{inal} = P_{inal} \times E_{inal}$			19,5
Indice d	1	$R_{cute} = P_{cute} \times E_{cute}$			6,25
$E_{inal} = I \times d$	3	$R_{cum} = \sqrt{R_{inal}^2 + R_{cute}^2}$			20,48
P_{inal}	6,50				
$E_{cute} = I \times d$	1				
P_{cute}	6,25	CLASSIFICAZIONE DA SCHEDA DI SICUREZZA			Classificata come pericolosa

FRASE DI PERICOLO	DESCRIZIONE	PUNTEGGIO
H331	Tossicità acuta (inalazione:gas) Categoria 3	6,00
H314	Corrosione/irritazione cutanea, categoria 1B	6,25
H318	Gravi lesioni oculari/irritazione oculare, categoria 1	4,50
EUH071	Corrosivo per le vie respiratorie	6,50

Rischio cumulativo rischio salute (INALAZIONE E CONTATTO)

$$R_{cum} = 20,48$$

$$15 \leq R_{cum} \leq 21$$

Intervallo di incertezza. È necessario, prima della classificazione in rischio irrilevante per la salute, rivedere con scrupolo l'assegnazione dei vari punteggi, rivedere le misure di prevenzione e protezione adottate e consultare il medico competente per la decisione finale.

18.3.2 SCENARIO 2

SCENARIO 2: PRESENZA DI FUGA

DENOMINAZIONE SOSTANZA	Ammoniaca Anidra
AMBIENTE DI LAVORO	Sala macchine
MANSIONE	Personale abilitato – Intervento straordinario di fuga

TIPOLOGIA D'USO

- **Uso controllato e non dispersivo:** nell'eventualità di una fuga accidentale, la fuoriuscita è limitata al locale senza presenza continuativa di personale. L'accesso è consentito solo a personale autorizzato e adeguatamente formato e addestrato. Sono presenti sistemi di controllo adeguati a contenere l'esposizione (rilevatori, estrazione, valvole di sicurezza)

TIPOLOGIA DI CONTROLLO

- **Ventilazione - aspirazione locale:** la presenza di un impianto di aspirazione adeguatamente dimensionato, eventualmente corredato da abbattimento con scrubber per il trattamento delle emissioni, garantisce la rimozione del contaminante in prossimità della sorgente di rilascio abbassando la concentrazione del gas a livelli non considerati pericolosi (IDLH Ammoniaca: 300 ppm)

TEMPO DI ESPOSIZIONE

- **15 minuti ÷ 2 ore:** nell'eventualità di una fuga accidentale, il tempo necessario al personale abilitato per isolare la perdita e mettere in sicurezza il locale è ridotto, grazie all'addestramento specifico e all'aggiornamento periodico di formazione e addestramento

DISTANZA DEGLI ESPOSTI

- **Inferiore a 1 metro:** nell'eventualità di una fuga accidentale, le operazioni di contenimento richiedono l'intervento ravvicinato del personale abilitato

LIVELLO DI CONTATTO CUTANEO

- **Contatto accidentale:** nell'eventualità di una fuga accidentale, il contatto con la sostanza è contenuto mediante l'utilizzo dei dispositivi di protezione individuali e formazione e addestramento sul loro corretto utilizzo

Proprietà chimico-fisiche	Quantità in uso				
	<0,1 kg	0,1÷1 kg	1÷10 kg	10÷100 kg	>100 kg
Solido / nebbia					
Bassa volatilità					
Media / Alta volatilità e polveri fini					
Stato gassoso					Alta
	Tipologia d'uso				
	Sistema chiuso	Inclusione in matrice	Uso controllato	Uso dispersivo	
D=1					
D=2					
D=3					
D=4			Alto		
Tipologia	Livello di contatto				
	Nessun contatto	Contatto accidentale	Contatto discontinuo	Contatto esteso	

	Tipologia di controllo				
	Contenimento completo	Aspirazione localizzata	Segregazione / separazione	Ventilazione generale	Manipolazione diretta
U=1					
U=2					
U=3		Medio			
	Tempo di esposizione				
	<15 min	15 min ÷ 2 ore	2 ÷ 4 ore	4 ÷ 6 ore	>6 ore
C=1					
C=2		Medio / Bassa			
C=3					
Indice I	3	$R_{inal} = P_{inal} \times E_{inal}$			19,5
Indice d	1	$R_{cute} = P_{cute} \times E_{cute}$			18,75

Sistema chiuso				
Inclusione in marice				
Uso controllato		Medio		
Uso dispersivo				

$E_{inal} = I \times d$	3	$R_{cum} = \sqrt{R_{inal}^2 + R_{cute}^2}$	27,05
P_{inal}	6,50		
$E_{cute} = I \times d$	3		
P_{cute}	6,25	CLASSIFICAZIONE DA SCHEDA DI SICUREZZA	Classificata come pericolosa

FRASE DI PERICOLO	DESCRIZIONE	PUNTEGGIO
H331	Tossicità acuta (inalazione:gas) Categoria 3	6,00
H314	Corrosione/irritazione cutanea, categoria 1B	6,25
H318	Gravi lesioni oculari/irritazione oculare, categoria 1	4,50
EUH071	Corrosivo per le vie respiratorie	6,50

Rischio cumulativo rischio salute (INALAZIONE E CONTATTO)

$$R_{cum} = 27,05$$

$$21 \leq R_{cum} \leq 40$$

RISCHIO SUPERIORE AL RISCHIO CHIMICO IRRILEVANTE PER LA SALUTE.
 Applicare gli articoli 225, 226, 229 e 230 D.Lgs. 81/08