

INAIL

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

**CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI**

in collaborazione con:

**CNA
PPC** CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI ARCHITETTI
PAESAGGISTI
E CONSERVATORI

CNPI

90
1929
2019

IL CODICE DI PREVENZIONE INCENDI
La progettazione antincendio
Applicazioni pratiche

**La protezione attiva in un deposito
intensivo di liquidi infiammabili**

Roma, 23/07/2019
dott. ing. Marco Di Felice
GdL Sicurezza CNI

GENERALITA' E STRATEGIA ANTINCENDIO

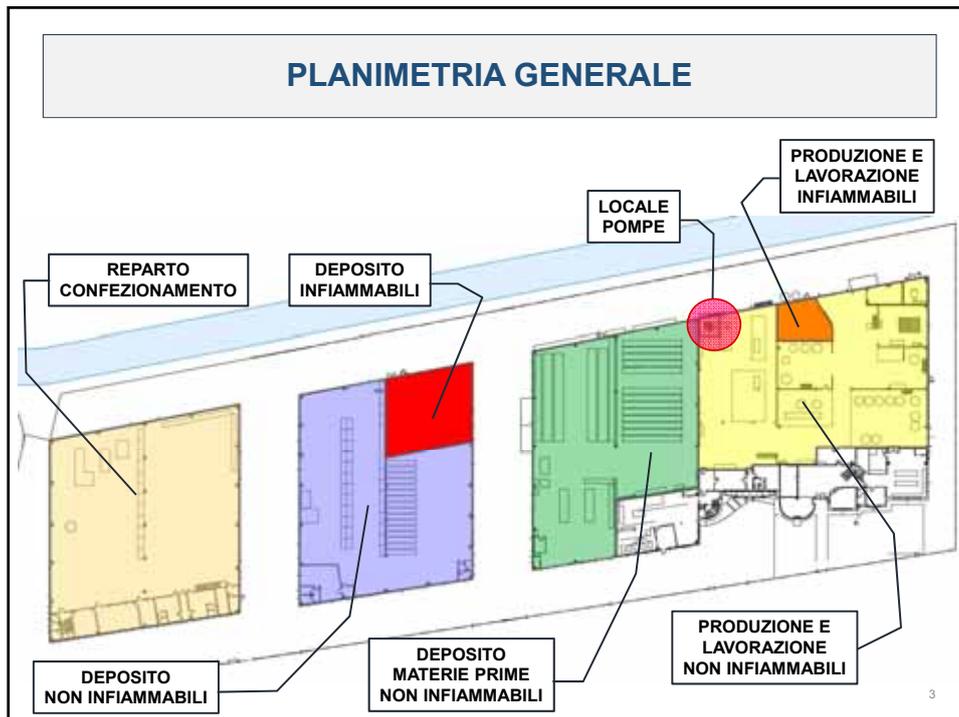
Attività di produzione, miscelazione e deposito di prodotti chimici per l'industria conciaria.

Si tratta di composti liquidi (pigmenti, coloranti, impregnanti) per il trattamento e la concia delle pelli.

→ Liquidi a base d'acqua

→ **Liquidi a base di solvente organico** (categoria A)

Strategia antincendio: separazione dei reparti di lavorazione e stoccaggio dei liquidi infiammabili in bunker di piccole dimensioni, con elevato livello di protezione antincendio



DEPOSITO: CARATTERISTICHE GENERALI

Nel deposito intensivo vengono immagazzinati fusti (metallici ed in plastica) contenenti **liquidi di categoria A** (temperatura di infiammabilità < 21 °C).

I fusti, di varia capacità con un massimo di 200 litri, saranno disposti su **scaffali metallici** a quattro livelli.

La movimentazione dei fusti su pallet avviene mediante muletto ad alimentazione elettrica.

CARATTERISTICHE DEPOSITO:

- superficie del deposito: 300 m²
- altezza sotto trave: 7,00 m
- volume complessivo: 2100 m³
- compartimento antincendio REI 120
- due accessi indipendenti, direttamente dall'esterno
- un occupante, presenza saltuaria
- no impianti riscaldamento o altro
- bacino di contenimento a pavimento



Marco Di Felice 23/07/2019

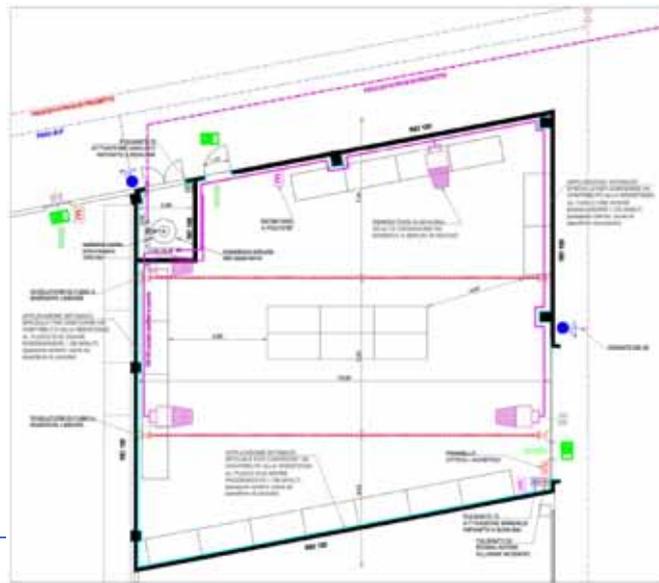
ATTIVITA' SOGGETTA E REGOLA TECNICA

Attività 12.3.C

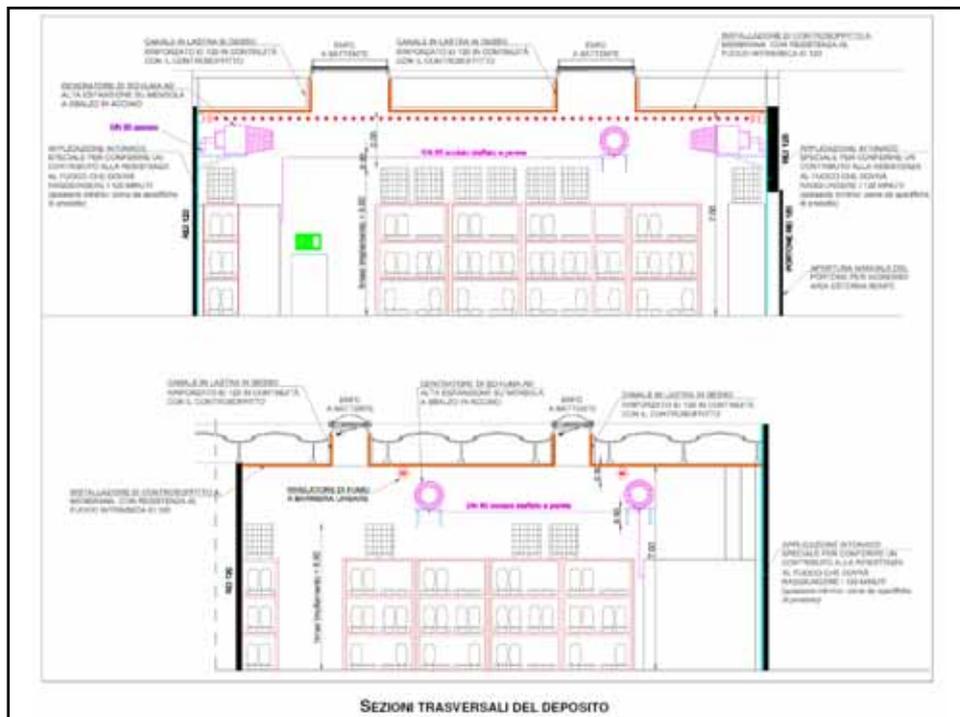
(Allegato I D.P.R. 151/2011)
 "Depositi e/o rivendite di
 liquidi infiammabili e/o
 combustibili e/o oli
 lubrificanti, diatermici, di
 qualsiasi derivazione, di
 capacità geometrica
 complessiva superiore a 50
 m³."

Attività non normata

Si rientra pertanto nel
 campo di applicazione
 delle R.T.O. del
 D.M. 03/08/2015.



Marco Di Felice 23/07/2019



PROFILO DI RISCHIO E LIVELLI DI PRESTAZIONE

ATTRIBUZIONE DEL PROFILO DI RISCHIO

$$R_{vita} = A4$$

$$R_{beni} = 1$$

S.2 – Resistenza al fuoco

Soluzione alternativa al **livello di prestazione III**: gli impianti di protezione attiva compensano la classe di resistenza al fuoco delle strutture inferiore al carico d'incendio specifico.

S.6 – Controllo dell'incendio

Soluzione conforme al **livello di prestazione IV** per l'installazione di un **impianto automatico di spegnimento a schiuma**, integrato dalla protezione di base e manuale.

S.7 - Rivelazione ed allarme incendio

Soluzione conforme al **livello di prestazione IV**, con installazione di **impianto IRAI** a norma UNI 9795

S.8 - Controllo di fumi e calore

Soluzione alternativa al **livello di prestazione III**, grazie all'installazione di un **sistema SENFC** con riferimento alla norma UNI 9494-1 (fuori campo applicazione).

CALCOLO DEL CARICO D'INCENDIO

In relazione al quantitativo di materiale combustibile presente nel deposito e valutato che in condizioni di massimo riempimento, saranno stoccati circa 700 fusti, si è determinato, in via approssimativa, il valore del **carico di incendio specifico qf pari a 19'974,9 MJ/m²**

Superficie in pianta lorda A (f)	Materiale combustibile	m	Ψ	Quantità	Potere calor. inf. Hi	u.m.	Carico d'incendio q = Σ q _i H _i m _i Ψ _i	Carico d'incendio specifico qf = q/A
(m ²)					(MJ/kg)		(MJ)	(MJ/m ²) (kg _{eq} /m ²)
300	prodotti vernicianti	1	1	140.000 kg	42.00 MJ/kg		5880000	
	scaffali in metallo	1	1	23 n	850.00 MJ		19550	
	bacini di contenimento	1	1	1.200 kg	56.00 MJ/kg		67200	
	scatole di cartone	0,8	1	200 kg	16,97 MJ/kg		2715	
	componenti impianti tecnologici (2)	1	1	500	46.00 MJ/kg		23000	
							totale	5992465 19.974,9 1.080,9

Codice di prevenzione incendi Strategia S.6 – Controllo dell'incendio

Livello di prestazione IV

Protezione di base, protezione manuale e protezione automatica estesa a porzioni dell'attività

E' prevista la protezione del deposito con un **impianto fisso di spegnimento a schiuma ad alta espansione**, a saturazione totale, conforme alla norma UNI EN 13565-2.

CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO:

- liquidi infiammabili con punto di infiammabilità minore di -21°C
- **schiuma ad alta espansione**, rapporto espansione 1:800
dosaggio schiumogeno **3%** in acqua
- tempo massimo per la completa sommersione del deposito: 2 minuti
- altezza impilamento: 5,0 m
- margine di sicurezza incremento altezza impilamento: 0,5 m



Marco Di Felice 23/07/2019

9



GENERATORE DI SCHIUMA
AD ALTA ESPANSIONE

PARTICOLARE UGELLI



Marco Di Felice 23/07/2019



IMPIANTO DI SPEGNIMENTO A SCHIUMA: vano tecnico e alimentazione idrica

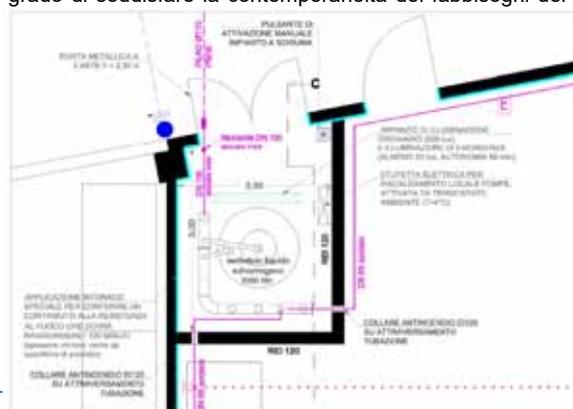
Il **serbatoio per il liquido schiumogeno** (capacità 1000 litri) è alloggiato in un vano tecnico completo di accessori, valvole di intercettazione, premiscelatore tarato, valvola di controllo.

Per l'**alimentazione idrica** dell'impianto a schiuma si fa ricorso al gruppo di pompaggio ed alla riserva idrica dell'attività (a norma UNI EN 12845), che alimenta anche la rete idranti per la protezione interna.

La **riserva idrica** disponibile è in grado di soddisfare la contemporaneità dei fabbisogni dei due impianti.

LOCALE TECNICO:

- compartimento REI 120,
- accesso dall'esterno
- temperatura tra $4^{\circ}\text{C} < T < 40^{\circ}\text{C}$
- adeguata ventilazione
- illuminazione di sicurezza
- manovrabilità organi di intercettazione e regolazione



Marco Di Felice 23/07/2019

PARTICOLARE LOCALE DI ALLOGGIAMENTO RISERVA SCHIUMOGENA



SERBATOIO DI SCHIUMOGENO
E PREMISCELATORE



VALVOLE DI CONTROLLO
PNEUMATICHE

Marco Di Felice 23/07/2019

13

IMPIANTO DI SPEGNIMENTO A SCHIUMA: dimensionamento

La **portata di scarica** è calcolata con la seguente espressione:

$$R = V/T \times CN \times CL$$

dove:

- R è la portata di scarica di schiuma (m³/min)
- V è il volume di sommersione (m³)
- T è il tempo di sommersione (2 minuti)
- CN è il coefficiente di compensazione per il ritiro della schiuma (1,15)
- CL è il coefficiente di compensazione per le perdite di schiuma da porte e finestre (1,2)



Il **volume minimo di schiuma** necessario per la completa sommersione del deposito è:

$$V = 300 \times (5,00 + 0,50) = 1650 \text{ m}^3$$

Pertanto, la **portata minima di schiuma** da produrre sarà pari a:

$$R = 1650/2 \times 1,15 \times 1,2 = 1138,5 \text{ m}^3/\text{min}$$

Adottando **generatori di schiuma** che erogano 300 m³/min (con portata di **400 l/min** di acqua a 5 bar) si determina il numero di generatori da installare:

$$\text{n. generatori di schiuma} = 1138,5/300 = 3,79 \text{ arrotondato a n. } 4$$

Marco Di Felice 23/07/2019

14

IMPIANTO DI SPEGNIMENTO A SCHIUMA: dimensionamento

Il **tempo di funzionamento dell'impianto** da garantire è imposto dalla norma UNI EN 13565-2 in **15 minuti**; pertanto il **volume di schiuma prodotto con erogazione a pieno regime per 15 minuti** è dato da:

$$V = 1138,5 \times 15 = \mathbf{17'077,5 \text{ m}^3}$$

Il **volume minimo del serbatoio di liquido schiumogeno**, tenendo conto del dosaggio al 3% dello schiumogeno in acqua, sarà pari a:

$$V_{\text{serb}} = \mathbf{400} \times 15 \times 3\% \times 4 = \mathbf{720 \text{ litri}}$$

Viene comunque installato un serbatoio di schiumogeno della capacità utile di 1000 litri.



IMPIANTO DI SPEGNIMENTO A SCHIUMA: gestione allarmi

PROCEDURE DI ATTIVAZIONE:

Si adottano due diverse procedure di attivazione:

- **regime diurno**: potenziale presenza di persona nel deposito
- **regime notturno e festivo**: deposito non occupato

Presenza di persona da soccorrere:

- intervento IRAI (primo rivelatore o pulsante)
- apertura SEFC
- ricognizione addetti antincendio e salvataggio
- chiusura portone
- erogazione schiuma (con ritardo o attivazione manuale)

Deposito non occupato da personale:

- intervento IRAI primo rivelatore (preallarme)
- no apertura SEFC
- allarme IRAI secondo rivelatore o pulsante (allarme)
- erogazione schiuma (senza ritardo) o attivazione manuale



IMPIANTO DI SPEGNIMENTO A SCHIUMA: gestione segnali

TRASMISSIONE E GESTIONE SEGNALI:

Anche la gestione dei segnali segue due diverse procedure:

- **regime diurno:** potenziale presenza di persona nel deposito
- **regime notturno e festivo:** deposito non occupato



Regime diurno:

- segnali di stato: rinvio a centrale di controllo
- intervento IRAI: allarme acustico e visivo (in sito), rinvio a addetti antincendio e centrale di controllo
- apertura SEFC: a vista in sito, rinvio segnale a centrale di controllo
- erogazione schiuma: allarme acustico in sito e rinvio segnale a centrale di controllo

Regime notturno:

- segnali di stato: rinvio a centrale di controllo
- segnali di allarme e attivazione impianti: rinvio a centrale di controllo e a servizio di vigilanza (in sito e remoto)

Marco Di Felice 23/07/2019

17

Codice di prevenzione incendi Strategia S.7 – Rivelazione e allarme

Livello di prestazione IV

Rivelazione automatica estesa a tutta l'attività, sistema d'allarme, avvio automatico di impianti e sistemi di protezione attiva

E' prevista la protezione del deposito con un **impianto di rivelazione e allarme incendio** conforme alla norma UNI 9795.

CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO:

Impianto conforme alle norme UNI 9795 e UNI EN 54-1:

- rivelatori di fumo (barriere ottiche lineari)
- centrale di controllo e segnalazione
- dispositivi di allarme acustici e luminosi
- apparecchiatura di alimentazione
- punti di segnalazione manuale
- rinvio segnali in remoto
- comando altri impianti e sistemi



Marco Di Felice 23/07/2019

18

IMPIANTO DI RIVELAZIONE E ALLARME INCENDIO

Nel deposito sono presenti **due barriere lineari**, cablate con cavi a norma CEI EN 50200 (PH 30 resistenti al fuoco 30 minuti).

I rivelatori lineari di fumo saranno di **tipo indirizzato**, a norma UNI EN 54-12, di tipo ottico, idonei a rivelare il fumo prodotto dai liquidi in deposito.



Due **pulsanti**, in corrispondenza dei due accessi, consentono di **attivare anche manualmente l'allarme**, prima dell'intervento automatico.

L'attivazione diretta di un pulsante manuale annulla le richieste di ridondanza ed il tempo di ritardo in regime notturno.

L'impianto **IRAI** è integrato ed esteso a tutti gli ambiti dell'attività, con le **funzioni principali e secondarie previste per il livello IV** di prestazione (comando SEFC e impianto a schiuma).

Marco Di Felice 23/07/2019

19

Codice di prevenzione incendi Strategia S.8 – Controllo di fumo e calore

Livello di prestazione III

Sistema di evacuazione naturale di fumo e calore

Deve essere mantenuto nel compartimento uno strato libero dai fumi che permetta:

- la salvaguardia degli occupanti e delle squadre di soccorso,
- il raffreddamento delle strutture, nella prima fase dell'incendio.

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA:

- **SENFC** riferito a norma UNI 9494-1, **soluzione alternativa** perché superficie < 600 m²
- **n. 4 EFC naturali** con attivazione da IRAI o manuale
- **unico serbatoio di fumo**, coincidente con il compartimento
- **barriera al fumo** su portone, per abbassare altezza apertura ingresso aria sotto lo strato di fumo



Marco Di Felice 23/07/2019

20

SISTEMA DI EVACUAZIONE NATURALE DI FUMO E CALORE: dimensionamento

Parametri di dimensionamento:

- superficie del deposito: $S = 300 \text{ m}^2$
- altezza del locale: $h = 7,00 \text{ m}$
- altezza max impilamento: $5,00 \text{ m}$

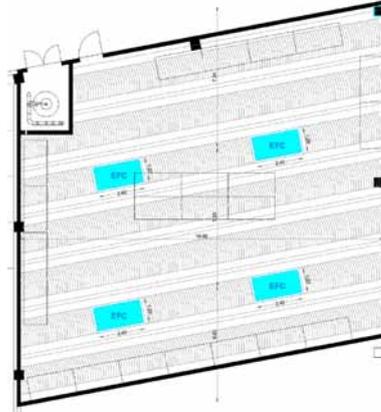
Durata convenzionale sviluppo incendio $t_1 + t_2$:

- tempo allarme $t_1 = 0$ minuti (IRAI con allarme H24)
- tempo intervento $t_2 = 16$ minuti (arrivo squadra VVF)

- gruppo di pericolo del deposito: **HHS**
- velocità propagazione dell'incendio: **alta**

Ne deriva:

Gruppo di dimensionamento: **GD = 5** (prospetto 1 della norma UNI 9494-1)



Marco Di Felice 23/07/2019

21

SISTEMA DI EVACUAZIONE NATURALE DI FUMO E CALORE: dimensionamento

Calcolo della SUT:

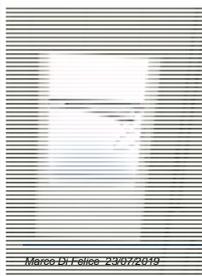
- altezza del locale: $h = 7,00 \text{ m}$
- altezza dello strato di fumo: $z = 4,00 \text{ m}$
- altezza dello strato libero da fumo: $y = 3,00 \text{ m}$

→ **SUT = 7,20 m²**

- coefficiente di efflusso EFC: $C_z = 0,70$

Superficie geometrica necessaria: $SUT/C_z = 10,28 \text{ m}^2$

Altezza del locale * (m)	Altezza dello strato di fumo (m)	Altezza dello strato libero da fumo (m)	SUT (m ²)				
			Gruppo di dimensionamento				
n	z	y	1	2	3	4	5
			--- continuo ---				
	4.5	2.5	1.6	2.1	2.7	3.7	5.1
	4.0	3.0	2.4	3.1	4.0	5.3	7.2
	3.5	3.5	3.2	4.5	5.7	7.4	9.9
	3.0	4.0	4.1	6.0	8.0	10.2	13.5
7.00	2.5	4.5	5.2	7.7	11.0	14.0	18.2
	2.0	5.0	6.6	9.9	14.5	19.2	24.7
	1.5	5.5	8.4	12.8	18.1	24.7	34.2
	1.0	6.0	11.9	17.3	24.3	34.5	48.4
			--- continuo ---				



Installando **n. 4 EFC** da $1,20 \times 2,40 = 2,88 \text{ m}^2$

Superficie geometrica disponibile: $2,88 \times 4 = 11,52 \text{ m}^2 > 10,28 \text{ m}^2$

Quindi è soddisfatta la scelta dei n. 4 EFC

Marco Di Felice 23/07/2019

22

SISTEMA DI EVACUAZIONE NATURALE DI FUMO E CALORE: dimensionamento

Superficie per l'afflusso di aria fresca:

$$SCT = 1,5 \times SUT = 1,5 \times 7,20 = 10,80 \text{ m}^2$$

Per l'afflusso di aria esterna si dovrà sfruttare l'unica apertura disponibile (portone), verificando che l'altezza dell'apertura non provochi turbolenza allo strato di fumo.

La dimensione massima del portone larghezza 6,00 m e altezza 5,00 m dovrà essere limitata all'altezza di 3,00 m per evitare che il flusso d'aria entrante lambisca il piano neutro dello strato di fumo.

Allo scopo viene installata una barriera al fumo mobile, che scende all'istante dell'attivazione del SEFC.

Coefficiente di correzione per portone: $c_z = 0,65$

Verifica superficie afflusso aria fresca: $6,00 \times 3,00 \times c_z = 11,70 \text{ m}^2 > 10,80 \text{ m}^2$



**Grazie e ...
... buon lavoro con il Codice**

dfelice@ordine.ingegneri.vi.it

Consiglio Nazionale Ingegneri