

SICUREZZA DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI E DI SERVIZIO

INAIL

Focus sulla misura S.10
del Codice di prevenzione incendi

SICUREZZA DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI
E DI SERVIZIO

2021



COLLANA **RICERCHE**

SICUREZZA DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI E DI SERVIZIO

INAIL

Focus sulla misura S.10
del Codice di prevenzione incendi

SICUREZZA DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI
E DI SERVIZIO

2021

Pubblicazione realizzata da

Inail

Dipartimento innovazioni tecnologiche
e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici

Responsabili scientifici

Raffaele Sabatino¹, Mara Lombardi², Stefano Marsella³, Gaetano Fede⁴

Autori

Raffaele Sabatino¹, Mara Lombardi², Davide Berardi², Piergiacomo Cancelliere³, Andrea Marino³,
Marco Di Felice⁴, Vincenzo Cascioli⁵, Marzio Marigo⁵, Giuseppe Gaspare Amaro⁵

¹ Inail, Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici

² “Sapienza” Università di Roma - DICMA

³ Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco

⁴ Consiglio Nazionale degli Ingegneri

⁵ Libero professionista

per informazioni

Inail - Dipartimento innovazioni tecnologiche
e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici
via Roberto Ferruzzi, 38/40 - 00143 Roma
dit@inail.it
www.inail.it

© 2021 Inail

ISBN 978-88-7484-707-5

Gli autori hanno la piena responsabilità delle opinioni espresse nella pubblicazione, che non vanno intese come posizioni ufficiali dell'Inail.

Le pubblicazioni vengono distribuite gratuitamente e ne è quindi vietata la vendita nonché la riproduzione con qualsiasi mezzo. È consentita solo la citazione con l'indicazione della fonte.

La presente pubblicazione è il risultato della collaborazione tra Inail, Sapienza Università di Roma, Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco e Consiglio Nazionale degli Ingegneri nell'ambito dei progetti previsti nel Piano delle attività di ricerca dell'Inail per il triennio 2019/2021

INAIL



CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI **INGEGNERI**

Indice

Prefazione	9
1. Obiettivi	11
2. Introduzione	12
3. Le soluzioni fornite dal Codice - la misura antincendio S.10	13
S.10.1 Premessa	17
S.10.2 Livelli di prestazione	17
S.10.3 Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione	17
S.10.4 Soluzioni progettuali	17
S.10.4.1 Soluzioni conformi	17
S.10.4.2 Soluzioni alternative	18
S.10.5 Obiettivi della sicurezza antincendio	18
S.10.6 Prescrizioni aggiuntive di sicurezza antincendio	18
S.10.6.1 Impianti per la produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica	18
S.10.6.2 Impianti fotovoltaici	19
S.10.6.3 Infrastrutture per la ricarica di veicoli elettrici	19
S.10.6.4 Protezione contro le scariche atmosferiche	19
S.10.6.5 Impianti di sollevamento e trasporto di cose e persone	20
S.10.6.6 Impianti di distribuzione gas combustibili	20
S.10.6.7 Deposito di combustibili	20
S.10.6.8 Impianti di distribuzione di gas medicali	20
S.10.6.9 Opere di evacuazione dei prodotti della combustione	21
S.10.6.10 Impianti di climatizzazione e condizionamento	21
S.10.7 Riferimenti	21
La sicurezza degli impianti tecnologici nelle nuove RTV	22
4. Legami tra la misura antincendio S.10 e le RTV V.1 e V.2	27
Caso studio 1: Spazio calmo, sistema di comunicazione da utilizzare in un asilo nido	29
Descrizione	29
Dati salienti e attribuzione dei livelli di prestazione:	30
Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi	30
Riferimenti normativi	30
Obiettivi dello studio	30
Inquadramento del progetto antincendio in riferimento alla misura S.10	31
<i>Studio della problematica antincendio</i>	31
<i>Progettazione dell'esodo</i>	31
Soluzione conforme	32
<i>Definizione degli obiettivi di sicurezza antincendio</i>	32
<i>Prescrizioni aggiuntive di sicurezza antincendio</i>	32
<i>Definizione dello spazio calmo; descrizione del sistema di comunicazione da utilizzare</i>	33
<i>Lo spazio calmo</i>	33
<i>Calcolo della superficie dello spazio calmo al piano primo</i>	34
<i>Il sistema di comunicazione bidirezionale</i>	36
<i>La scelta tra cablaggio attivo e passivo</i>	36
<i>Le caratteristiche</i>	37
<i>Le funzioni</i>	37
<i>L'alimentazione del sistema di sicurezza</i>	38
<i>I parametri igienico sanitari</i>	38
Considerazioni a commento	39

Caso studio 2: Aree a rischio specifico nell'ambito di un magazzino automatico	40
Descrizione	40
Dati salienti e attribuzione dei livelli di prestazione:	42
Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi	44
<i>Riferimenti normativi</i>	44
Obiettivi dello studio	44
Inquadramento del progetto antincendio in riferimento alla misura S.10	44
<i>Definizione degli obiettivi di sicurezza antincendio</i>	44
<i>Prescrizioni aggiuntive di sicurezza antincendio</i>	45
<i>Normativa applicabile alle due nuove attività secondarie</i>	45
<i>Strategia antincendio RTV V.1 (par. V.1.2)</i>	46
Considerazioni a commento	49
Caso studio 3: Aree a rischio specifico di tipo elettrico - capannone industriale	50
Descrizione	50
Dati salienti e attribuzione dei livelli di prestazione:	50
Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi	52
<i>Riferimenti normativi</i>	52
Obiettivi dello studio	52
Inquadramento del progetto antincendio in riferimento alla misura S.10	52
<i>Valutazione del rischio</i>	52
<i>Strategia antincendio RTV V.1 (par. V.1.2)</i>	53
Considerazioni a commento	62
Caso studio 4: Aree a rischio specifico con centraline oleodinamiche - capannone industriale	63
Descrizione	63
Dati salienti e attribuzione dei livelli di prestazione:	63
Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi	65
<i>Riferimenti normativi</i>	65
Obiettivi dello studio	65
Inquadramento del progetto antincendio in riferimento alla misura S.10	65
<i>Valutazione del rischio</i>	65
<i>Criteri di protezione delle centraline oleodinamiche</i>	66
<i>Strategia antincendio RTV V.1 (par. V.1.2)</i>	67
Considerazioni a commento	75
Caso studio 5: Rilascio di liquido infiammabile in ambiente aperto	76
Descrizione	76
Dati salienti e attribuzione dei livelli di prestazione:	76
Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi	78
<i>Riferimenti normativi</i>	78
Obiettivi dello studio	79

Inquadramento del progetto antincendio in riferimento alla misura S.10	79
<i>Tipologia della zona classificata</i>	79
<i>Ampiezza della zona classificata</i>	81
<i>Misure di prevenzione e protezione finalizzate a limitare l'estensione della zona classificata</i>	82
Considerazioni a commento	83
Caso studio 6: Calcolo delle superfici di sfogo dell'esplosione in un silos di stoccaggio	84
Descrizione	84
Dati salienti e attribuzione dei livelli di prestazione:	84
Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi	85
Riferimenti normativi	85
Obiettivi dello studio	85
Inquadramento del progetto antincendio in riferimento alla misura S.10	85
<i>Scelta della strategia di resistenza del contenimento</i>	86
<i>Dati di progetto per il calcolo della pressione ridotta</i>	86
<i>Calcolo della tensione ammissibile</i>	86
<i>Calcolo della resistenza del contenimento</i>	87
<i>Posizionamento delle membrane di rottura</i>	88
<i>Dati caratteristici delle polveri combustibili alimentari</i>	88
<i>Caratteristiche tecniche della struttura e delle membrane di rottura</i>	88
<i>Calcolo delle superfici di sfogo</i>	88
<i>Forza e tensioni sviluppate</i>	89
<i>Effetti prevedibili dell'esplosione</i>	90
Considerazioni a commento	92
Bibliografia	93
Fonti immagini	94

Prefazione

La progettazione della sicurezza antincendio nelle attività soggette alle visite ed ai controlli dei Vigili del Fuoco e, in generale, nei luoghi di lavoro, al fine di ridurre l'insorgenza di un incendio e di limitarne le conseguenze, è sancita dal d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151 per le attività soggette, mentre nei luoghi di lavoro è prescritta dall'art. 17 del d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. (Testo unico per la sicurezza).

Le suddette misure, che si basano sulla preliminare valutazione del rischio incendio, possono essere individuate a partire da un approccio progettuale di tipo prescrittivo o di tipo prestazionale.

Si ribadisce che tali obblighi valgono anche in attività che non sono luoghi di lavoro in virtù del d.lgs. 139 dell'8 marzo 2006 e s.m.i..

La progettazione antincendio, nel rispetto della normativa vigente in materia, può essere effettuata elaborando soluzioni tecniche flessibili e aderenti alle specifiche caratteristiche ed esigenze delle attività soggette al controllo di prevenzione incendi (metodo prestazionale).

In questo contesto si inserisce il Codice di prevenzione incendi (Co.P.I.) il quale, senza effettuare uno strappo rispetto al passato, si propone come promotore del cambiamento, privilegiando l'approccio prestazionale, in grado di garantire standard di sicurezza antincendio elevati mediante un insieme di soluzioni progettuali, sia conformi che alternative.

In sostanza, il Codice rappresenta uno strumento finalizzato all'ottenimento degli obiettivi di sicurezza antincendio, caratterizzato da un linguaggio allineato con gli standard internazionali.

La strategia antincendio in esso rappresentata, in dipendenza dei livelli di prestazione scelti, garantisce i prefissati obiettivi di sicurezza, mediante diverse soluzioni progettuali, grazie alla compresenza ed all'apporto delle varie misure antincendio.

Si segnala che il d.m. 12 aprile 2019, modificando il d.m. 3 agosto 2015, prevede l'eliminazione del cosiddetto "doppio binario" per la progettazione antincendio delle attività soggette al controllo da parte dei VV.F.; in particolare sono stati introdotti due elementi:

- l'ampliamento del campo di applicazione del Codice (sono state inserite alcune nuove attività dell'allegato I al d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151);
- l'obbligatorietà dell'utilizzo del Codice per la progettazione delle attività non normate, in luogo dei "criteri tecnici di prevenzione incendi".

In definitiva, risultano 49¹ le attività soggette comprese nel citato allegato I, per le quali la Regola Tecnica Orizzontale (RTO) del Codice rappresenta l'unico riferimento progettuale possibile.

Peraltro, è recentemente entrato in vigore il d.m. 18 ottobre 2019, Modifiche all'allegato 1 al decreto del Ministro dell'interno 3 agosto 2015, recante «Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139». (19A06608) (GU Serie Generale n. 256 del 31 ottobre 2019 - Suppl. Ordinario n. 41).

Le motivazioni di tale revisione si leggono in premessa all'articolato:

Ritenuto necessario proseguire il percorso di aggiornamento delle vigenti disposizioni tecniche in materia di prevenzione incendi sulla base dei più aggiornati standard internazionali;

Ravvisata l'opportunità, in ragione dell'entità delle modifiche apportate, di sostituire integralmente alcune sezioni dell'allegato 1 al decreto del Ministro dell'interno del 3 agosto 2015, anche per favorire una più immediata lettura del testo.

Da ultimo si segnala la pubblicazione del d.m. 14 febbraio 2020² recante "Aggiornamento della sezione V dell'allegato 1 al decreto 3 agosto 2015, concernente l'approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi". (20A01155) (GU Serie Generale n. 57 del 6 marzo 2020), che aggiorna le cinque RTV finora pubblicate permettendo un completo allineamento con le modifiche introdotte dal d.m. 18 ottobre 2019.

In realtà le "nuove" RTV non riportano alcuna variazione sostanziale e, anche per questo motivo, nel prosieguo della pubblicazione, si continueranno a menzionare i decreti originari afferenti alla pubblicazione delle RTV.

Sono stati poi emanati il d.m. 6 aprile 2020, che ha corretto dei refusi in V.4 e V.7 ed introdotto la V.9 (RTV Asili Nido), il d.m. 15 giugno 2020, che ha introdotto la V.6 (RTV Autorimesse), cogente dal 19 novembre 2020, il d.m. 10 luglio 2020, che ha introdotto la V.10 (RTV Musei, gallerie, esposizioni, mostre, biblioteche ed archivi in edifici tutelati) e il d.m. 29 marzo 2021, che ha introdotto la V.11 (RTV Strutture Sanitarie)

¹ Compresa quella con RTV per le quali vale il doppio binario (tranne V.6)

² Nell'Allegato 2 del d.m. 14 aprile 2020 sono riportate alcune correzioni relative alle classificazioni contenute nelle RTV V.4, RTV V.5 e RTV V.7

Già nel 2016 il Consiglio Nazionale Ingegneri aveva curato la realizzazione di un primo sondaggio per testare la conoscenza ed il reale utilizzo del Codice di prevenzione incendi.

In quell'occasione il sondaggio vide coinvolti più di 2000 ingegneri - il 6,3% *“professionisti antincendio” allora iscritti negli elenchi del Ministero dell'Interno* - in merito al ricorso al Codice come metodo di progettazione per i progetti e le richieste di deroghe.

I risultati, pubblicati dal CNI sul proprio sito (www.tuttoingegnere.it) il 17 ottobre 2016, evidenziano un notevole interesse verso le nuove potenzialità introdotte dal Codice ma, allo stesso tempo, un utilizzo non ancora sufficientemente diffuso dello stesso: oltre il 62% dei progettisti, infatti, pur avendo frequentato corsi di formazione incentrati sull'utilizzo del Codice, non ha ancora provato ad utilizzarlo.

I professionisti che dichiarano di averlo adottato non hanno fatto ricorso alle cosiddette soluzioni alternative. Probabilmente, a causa della percepita complessità dello strumento normativo e conseguente aumento della responsabilità, al Codice è stato preferito il più *“consolidato”* metodo prescrittivo.

Dopo circa 4 anni dalla sua entrata in vigore, il Codice è stato oggetto di un nuovo sondaggio che ha analizzato tutti gli elementi riconosciuti critici nonché il grado di applicabilità e di conoscenza.

L'indagine ha coinvolto quasi cinquemila ingegneri, esclusivamente professionisti antincendio iscritti all'Albo, che hanno risposto alle domande del sondaggio in forma anonima.

L'iniziativa è stata curata dal Centro Studi del Consiglio Nazionale degli Ingegneri, con il supporto del gruppo di lavoro sicurezza e prevenzione incendi del CNI.

I risultati del sondaggio confermavano l'accoglimento favorevole del Codice di prevenzione incendi e delle sue potenzialità da parte dei professionisti, anche se si evidenziava il ritardo nell'assimilazione dei nuovi metodi e la difficoltà ad *interiorizzare il cambiamento di approccio progettuale*.

Gran parte degli intervistati manifestava ancora sentimenti di incertezza e timore sulle responsabilità richiamate dall'applicazione del Codice.

Sicuramente, nella percezione degli addetti ai lavori, l'attività di revisione e miglioramento delle normative di settore relativamente agli aspetti di chiarezza ed uniformità avrebbe potuto favorire la riduzione della percezione del *“rischio professionale”*.

A conclusione del secondo sondaggio emergeva, quindi, che gli ambiti soggetti ad *ampio margine di miglioramento erano le capacità comunicative e propositive dei progettisti nei confronti del committente e soprattutto la qualità dell'offerta formativa e di aggiornamento periodico da parte degli Ordini*.

La Direzione Centrale Prevenzione e Sicurezza Tecnica del C.N.VV.F. ha effettuato un'analisi statistica sull'applicazione del Codice grazie all'attività di monitoraggio sui dati acquisiti dalle varie Direzioni Regionali.

Il primo periodo di riferimento è stato esteso dalla data di entrata in vigore del Codice (18 novembre 2015) al 31 gennaio 2018; l'analisi ha restituito i seguenti elementi:

- incremento di attività di progettazione con il Codice (da 54 progetti/mese nei primi due anni e mezzo dall'entrata in vigore del Codice a 86 progetti/mese nell'ultimo anno disponibile);
- applicazione del Codice non uniforme sul territorio nazionale (complessivamente il 60% dei progetti è stato presentato nelle regioni del centro-nord Italia - Piemonte, Lombardia, Veneto, Emilia Romagna e Toscana);
- utilizzo quasi esclusivo di soluzioni conformi;
- costanza del numero di progetti con soluzione conforme (indice di appropriatezza delle soluzioni tecniche associate ad un dato livello di prestazione);
- ricorso a soluzioni alternative per aspetti strutturali (resistenza al fuoco e compartimentazione) e per l'esodo;
- 82% delle pratiche è stato evaso con esito positivo (favorevole o favorevole condizionato).

L'attività di monitoraggio evidenziava che, per incrementare l'applicazione del Codice sarebbe stato necessario ampliare il numero delle attività progettabili con il ricorso all'approccio RTO/RTV e, quindi, emanare altre RTV per specifiche attività.

Il secondo periodo di riferimento dell'attività operata dalla Direzione Centrale Prevenzione e Sicurezza Tecnica del C.N.VV.F. ha fornito un aggiornamento al 2020.

L'analisi è stata condotta secondo il seguente schema:

- raffronto del numero di attività presentate con la progettazione da *“Codice”* nell'anno 2020 rispetto agli anni precedenti;
- studio puntuale dell'andamento dei dati nell'anno 2020 approfondendo i seguenti aspetti:
 - *numero di pratiche per regione;*
 - *confronto tra applicazione di soluzioni conformi e soluzioni alternative;*
 - *esito della valutazione dei progetti;*
 - *attività del d.p.r. 151/2011 per le quali è stata applicata la progettazione da “Codice”;*
 - *distribuzione del ricorso a misure antincendio in soluzione alternativa.*

Dal monitoraggio sono emersi i seguenti aspetti maggiormente rappresentativi:

- *l'andamento delle attività di P.I. presentate con la metodologia indicata dal Codice fa registrare una **tendenza all'aumento**, passando da una media di circa 83 progetti/mese su base nazionale nel 2018 a circa 330 progetti/mese del 2020;*
- *il ricorso quasi esclusivo a **soluzioni conformi**;*
- *un valore **costante** nel numero dei progetti presentati con esclusivo ricorso a **soluzioni conformi**. Tale parametro può essere considerato come indice di appropriatezza delle soluzioni tecniche associate ad un determinato livello di prestazione. Il ricorso diffuso a soluzioni alternative significherebbe, infatti, che le soluzioni conformi previste dal d.m. 3 agosto 2015 e s.m.i. sono difficilmente attuabili nei casi reali;*
- *il recepimento del Codice nella progettazione **non uniforme** sul territorio nazionale (nelle 5 regioni del centro nord, Piemonte, Lombardia, Veneto, Emilia Romagna e Toscana, è stato presentato circa il 76% dei progetti dell'intero territorio nazionale);*
- *l'**80%** delle pratiche presentate evase con **esito positivo** (favorevole e favorevole condizionato);*
- *l'utilizzo delle **soluzioni alternative** in prevalenza per aspetti strutturali (**resistenza al fuoco e compartimentazione**), per l'**esodo** delle persone e per gli **impianti**.*

In definitiva l'andamento ha confermato, seppur con notevole margine di miglioramento rispetto al monitoraggio precedente, la necessità di:

- *proseguire l'attività formativa di divulgazione del Codice e delle relative modalità applicative, pur avendo già modificato ed integrato in tal senso il programma dei corsi per i professionisti antincendio;*
- *proseguire l'aggiornamento professionale (personale VV.F. e professionisti) sulle misure antincendio per le quali si è fatto maggiormente ricorso alle soluzioni alternative;*
- *incentivare l'aggiornamento professionale (personale VV.F. e professionisti) sull'**ingegneria della sicurezza**, strumento principe delle soluzioni in deroga per arrivare, in prospettiva, al superamento del "giudizio esperto" a favore di metodologie maggiormente ingegnerizzate.*

Tenuto conto dei risultati delle indagini condotte, al fine quindi di illustrare le potenzialità del Codice e di fornire degli strumenti esplicativi, incentrati su esempi pratici di progettazione, che sembrano rappresentare un'esigenza particolarmente sentita dai professionisti del settore, è proseguita la collaborazione attivata tra il Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici - Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro, il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco (C.N.VV.F.), il Dipartimento di Ingegneria Chimica Materiali Ambiente - Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale - Università di Roma "Sapienza" e il Consiglio Nazionale degli Ingegneri (C.N.I.).

Sono stati quindi sviluppati, secondo l'approccio e con gli obiettivi sopra evidenziati, compendi tecnici riguardanti, fondamentalmente, le dieci misure della strategia antincendio presenti nel Codice.

La presente pubblicazione si occupa delle tematiche relative alla misura **S.10 Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio**.

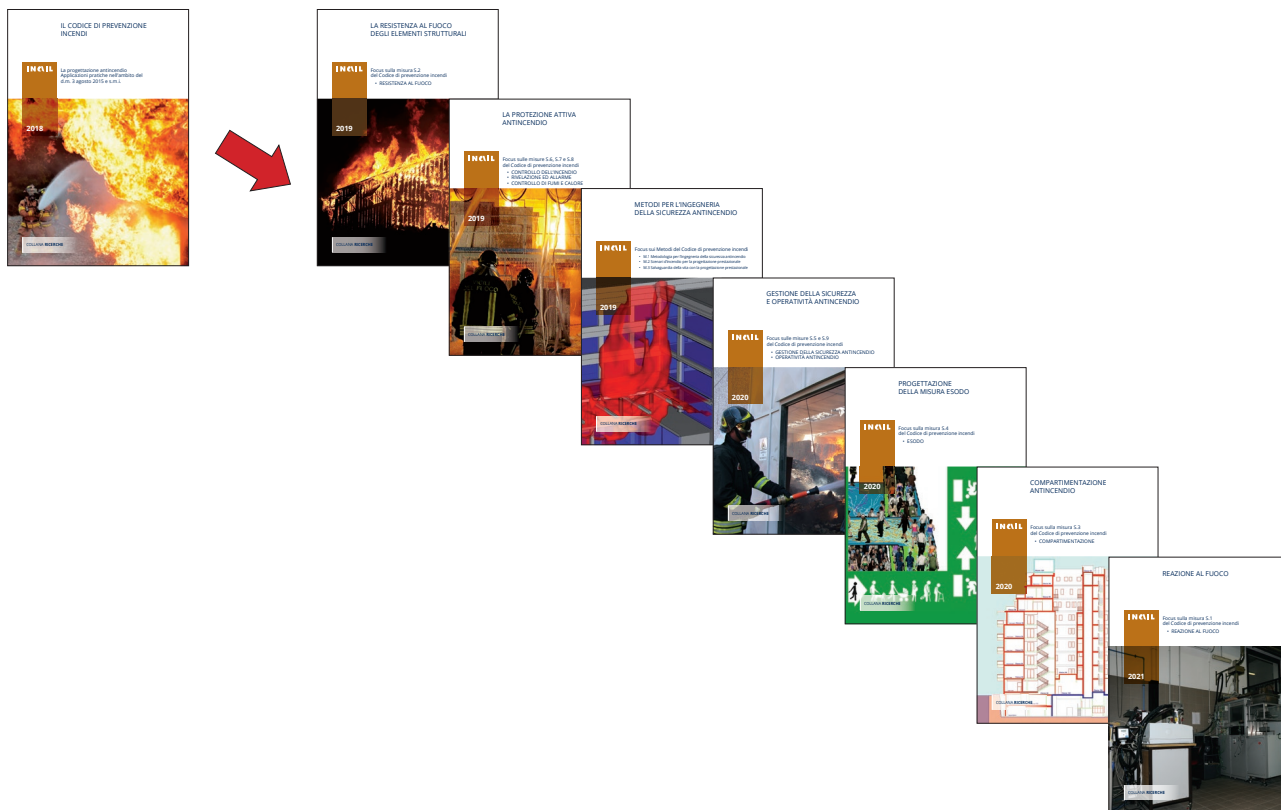
I risultati di tale attività potranno costituire, negli intenti dei promotori dell'attività di ricerca, uno strumento di supporto nella progettazione e gestione della sicurezza antincendio nei luoghi di lavoro e uno spunto di riflessione per i professionisti antincendio e, anche a scopo didattico, un ausilio pratico per gli studenti interessati alla formazione specialistica in materia di progettazione antincendio.

1. Obiettivi

L'utilizzo della metodologia del caso studio, usualmente adottata nel campo della ricerca empirica come strumento che ha la funzione di approfondimento di una questione, nello specifico, si ritiene possa favorire l'apprendimento dei metodi e degli strumenti offerti dal Codice, illustrandone l'applicazione pratica in contesti reali.

Il caso studio consiste nella descrizione di una situazione realistica, a partire dalla quale si intenderebbe sviluppare nel lettore le capacità analitiche necessarie per affrontare, in maniera sistematica, una situazione reale, nella sua effettiva complessità.

L'obiettivo del ricorso al caso studio, quindi, non è quello di risolvere un problema, bensì di fornire al lettore strumenti pratici volti ad affrontare le varie problematiche reali, ad inquadrare le stesse nel contesto normativo di riferimento e nell'ambito del protocollo fornito dal Codice.



Nella presente pubblicazione saranno descritte alcune applicazioni inerenti lo studio della misura S.10 *Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio*.

Si rappresenta che la presente pubblicazione ha scopo divulgativo e non costituisce in alcun modo una linea guida né un canone interpretativo vincolante.

I casi studio trattati si riferiscono a situazioni ipotizzate dagli autori a soli fini esplicativi.

I giudizi di valore rappresentano l'opinione degli autori ed in nessun caso costituiscono istruzioni in merito a soluzioni tecniche vincolanti.

Anche l'impiego di modelli di calcolo, formule, valutazioni, grafici e tabelle sono riportati nella presente pubblicazione al solo fine divulgativo e pertanto viene declinata qualsiasi responsabilità in merito all'effettivo utilizzo degli stessi.

In ogni caso gli autori declinano qualsiasi responsabilità in merito alle soluzioni tecniche illustrate ed alla loro eventuale concreta applicazione.

2. Introduzione

Il presente quaderno della collana è dedicato all'approfondimento applicativo della misura S.10 *Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio* del Codice di prevenzione incendi.

La progettazione, installazione e gestione degli impianti tecnologici e di servizio secondo il Codice

Un aspetto fondamentale della sicurezza antincendio riguarda la progettazione, l'installazione e la gestione di tutti gli impianti tecnologici e di servizio dell'attività e di quelli inseriti nei processi produttivi, che siano rilevanti ai fini antincendio.

Cosa si può intendere per impianto rilevante ai fini antincendio?

Non vi è una chiara e prescrittiva definizione o spiegazione di tale dizione, ma è evidente che un qualsiasi impianto realizzato all'interno di una generica attività può essere:

- a) fonte d'innesco di un incendio o esplosione in caso di malfunzionamento o perdita di sostanze infiammabili o combustibili o di realizzazione tecnicamente errata o priva di qualsiasi misura tecnica ai fini antincendio o anti-esplosione;
- b) sorgente d'incendio o esplosione in caso di fallimento di alcuni sistemi di sicurezza antincendio o anti-esplosione appositamente progettati o semplicemente per danneggiamenti o malfunzionamenti di parti elettriche, meccaniche, ecc.;
- c) veicolo di propagazione dell'incendio o dei suoi effetti all'interno dell'attività o anche tra compartimenti o ambiti della stessa;
- d) una misura di protezione attiva per la rivelazione e segnalazione allarme incendio, per l'inibizione, il controllo o l'estinzione dell'incendio di tipo automatico o manuale ed per il controllo del fumo e del calore, per la rilevazione di sostanze pericolose ai fini dell'incendio o dell'esplosione, per la prevenzione o la soppressione delle esplosioni, ecc.; in merito agli impianti inseriti in atmosfere esplosive, particolare importanza rivestono le attrezzature e macchine, elettriche e non, che ne fanno parte (vedasi a titolo non esaustivo il Cap. V.2 del Codice e il Titolo XI del d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.).

Per quanto riguarda gli impianti di protezione attiva di cui al punto d), le definizioni più importanti e ricorrenti sono riportate nel par. G.1.14, mentre per le atmosfere esplosive, oltre a quanto già citato, si rimanda anche al par. G.1.18.

Per le attività per le quali non è applicabile il Codice, il riferimento normativo è il d.m. 20 dicembre 2012.

Come indicato al par. G.2.10, la progettazione di un impianto di protezione attiva e, più in generale, di un impianto di sicurezza antincendio, può essere effettuata da:

- un tecnico abilitato, qualora il progetto sia elaborato secondo una norma europea o una norma nazionale;
- un professionista antincendio, qualora il progetto sia elaborato secondo norme internazionali o norme riconosciute a livello internazionale, TS o TR, fatti salvi gli obblighi connessi all'impiego di prodotti rientranti nel campo di applicazione di specifiche tecniche armonizzate.

Fondamentale e obbligatoria per gli impianti di sicurezza antincendio, auspicabile anche per gli altri impianti tecnologici e di servizio, è la cosiddetta "*Specifiche d'impianto*", definita nel Codice (ma esistente fin dal d.m. 20 dicembre 2012) come un "*documento di sintesi dei dati tecnici che descrivono le prestazioni dell'impianto di protezione attiva contro l'incendio, le sue caratteristiche dimensionali (es. portate specifiche, pressioni operative, caratteristiche e durata dell'alimentazione dell'agente estinguente, estensione dettagliata dell'impianto, ...) e le caratteristiche dei componenti da impiegare nella sua realizzazione (es.: tubazioni, erogatori, sensori, riserve di agente estinguente, aperture di evacuazione, aperture di afflusso, ...).* La specifica comprende il richiamo della norma di progettazione che si intende applicare, la classificazione del livello di pericolosità, ove previsto, lo schema a blocchi e gli schemi funzionali dell'impianto che si intende realizzare, nonché l'attestazione dell'idoneità in relazione al pericolo di incendio presente nell'attività". Sempre il Codice fa notare che "*Generalmente, le norme adottate dall'ente di normazione nazionale riportano le indicazioni minime dei contenuti della documentazione per la fase preliminare e per la fase definitiva di progetto di un impianto di protezione attiva; i contenuti minimi della specifica di impianto possono essere i medesimi richiesti dalla norma tecnica applicata nella fase di progetto preliminare.*".

La specifica d'impianto va sottoscritta da un tecnico abilitato o da un professionista antincendio, secondo la stessa direttiva sopra esposta per la progettazione di un impianto di protezione attiva o di sicurezza antincendio.

Per gli impianti tecnologici e di servizio, diversi da quelli di sicurezza antincendio, il Codice prevede uno specifico capitolo, S.10 - *Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio*, nel quale vengono stabiliti due concetti essenziali:

1. gli impianti devono essere progettati, realizzati, eserciti e mantenuti in efficienza secondo la regola d'arte, in conformità alla regolamentazione vigente, con requisiti di sicurezza antincendio specifici;
2. gli impianti devono soddisfare, sia in soluzione conforme che alternativa, ulteriori obiettivi di sicurezza antincendio minimi definiti al par. S.10.5.

Nella premessa del medesimo capitolo sono poi elencate, in maniera non esaustiva, le tipologie di impianti tecnologici e di servizio che devono essere almeno considerati ai fini della sicurezza antincendio:

- a. produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica;
- b. protezione contro le scariche atmosferiche;
- c. sollevamento o trasporto di cose e persone (ad esempio: ascensori, montacarichi, montalettighe, scale mobili, marciapiedi mobili, ...);
- d. deposito, trasporto, distribuzione e utilizzazione di solidi, liquidi e gas combustibili, infiammabili e comburenti;
- e. riscaldamento, climatizzazione, condizionamento e refrigerazione, comprese le opere di evacuazione dei prodotti della combustione, e di ventilazione ed aerazione dei locali.

Ulteriori indicazioni vengono fornite nei Capp. V.1 e V.2.

Nel Cap. V.1, dedicato alle aree a rischio specifico, vengono fornite delle indicazioni per l'individuazione di tali aree, sulla base di una corretta valutazione del rischio incendio, elencando alcuni criteri, dalla cui disanima è evidente che spesso il rischio specifico di tali aree è in tutto o in parte determinato dalla presenza di impianti tecnologici e di servizio e dalla loro interconnessione con l'area servita.

In molte di queste situazioni, vi è la possibilità di formazione di atmosfere esplosive, per cui l'utilizzo della metodologia progettuale di cui al Cap. V.2 è indispensabile.

Alla luce di quanto sopra, tenendo presenti i riferimenti normativi citati, per stabilire se un impianto o sistema è rilevante ai fini della sicurezza antincendio e quindi come progettarlo (ex novo o adeguamento), realizzarlo e gestirlo, è necessario effettuare una valutazione dei rischi, molto semplice nella maggioranza dei casi, più complessa in altri, basata certamente almeno sulle indicazioni contenute nei Capp. S.6, S.7, S.8 (impianti di protezione attiva), S.10, V.1 e V.2, senza tralasciare il Cap. V.3 in caso di sollevamento o trasporto di cose e persone, essendo riferimenti tecnico normativi con forte interconnessione reciproca.

In Italia la progettazione, la realizzazione e la gestione degli impianti è regolamentata dal d.m. 22 gennaio 2008, n. 37 e s.m.i., che però riguarda sostanzialmente gli impianti principali posti al servizio degli edifici; pertanto, non contempla tutte le possibili tipologie di impianti tecnologici e di servizio inseriti nel processo produttivo dell'attività.

Ai fini della corretta conclusione dell'iter di progettazione e realizzazione di un qualsiasi impianto rilevante ai fini antincendio, all'atto dell'inizio dell'attività (presentazione della SCIA antincendio ai sensi e per gli effetti dell'art. 4 del d.p.r. 1 agosto 2011, n. 151) è necessario produrre al Comando VV.F. competente per territorio:

- la DI.CO. per impianti nuovi, trasformati, ampliati o oggetto di manutenzione straordinaria;
- la DI.RI. per impianti esistenti eseguiti prima dell'entrata in vigore del d.m. 22 gennaio 2008, n. 37 e s.m.i. e per i quali la DI.CO. non sia stata prodotta o non sia più reperibile;
- la DICH.IMP, in caso di progetto, o la CERT.IMP, in assenza di progetto, in caso di impianto rilevante ai fini antincendio non rientrante nel campo di applicazione del d.m. 22 gennaio 2008, n. 37 e s.m.i.;
- qualora il progetto sia elaborato secondo norme internazionali o norme riconosciute a livello internazionale, TS o TR, fatti salvi gli obblighi connessi all'impiego di prodotti rientranti nel campo di applicazione di specifiche tecniche armonizzate, oltre alla DI.CO., è necessario che il professionista antincendio responsabile della progettazione produca anche la CERT.IMP, in considerazione delle ulteriori competenze specifiche richieste e a garanzia del rispetto della regola dell'arte adottata;
- stesso discorso del punto precedente qualora l'impianto o sistema sia a disponibilità superiore.

Tutti gli allegati obbligatori alla suddetta documentazione (progetto, relazione con tipologie dei materiali utilizzati, copia del certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali, manuale di uso e manutenzione, ecc.) deve essere sempre in possesso del titolare dell'attività e tenuta a disposizione per eventuali controlli a cura del Comando VV.F. competente per territorio.

Il progettista della sicurezza antincendio è quindi chiamato, tra l'altro:

- a rilevare quali sono gli impianti esistenti in un'opera o in più opere già esistente/i destinata/e a ospitare un'attività soggetta, adeguandoli, se necessario, in funzione delle risultanze della valutazione del rischio e del rilievo, nonché a progettarne e realizzarne altri ex novo, se necessario;

- a individuare tutti quelli necessari sia per esigenze di esercizio sia per quelle di sicurezza antincendio in un'opera o in più opere da costruzione nuova/e destinata/e a ospitare un'attività soggetta, ai fini della loro progettazione, realizzazione e gestione;
- a valutare (in caso di progettazione secondo la Fire Safety Engineering - FSE) se è necessaria la realizzazione di sistemi o impianti a disponibilità superiore, così come definiti ai punti G.1.14 comma 19 e G.2.10.2;
- a dimostrare il rispetto della regola dell'arte utilizzata per ciascun impianto tecnologico e di servizio inserito nel processo produttivo dell'attività e rilevante ai fini antincendio mediante la documentazione tecnica sopra indicata.

Discorso a parte meritano proprio i sistemi o impianto a disponibilità superiore, introdotti con la modifica al Codice di cui al d.m. 18 ottobre 2019.

Tali impianti o sistemi, per poter essere considerati a disponibilità superiore, devono assicurare il loro funzionamento anche nel peggior scenario d'incendio ragionevolmente credibile; per quanto già evidenziato, non costituiscono una soluzione conforme, bensì una soluzione alternativa.

Il progettista è inoltre tenuto a verificare qual è l'istante di tempo di attivazione e qual è il valore della potenza termica limitata dagli effetti dell'impianto, supportato da dati di letteratura o da normazione e documentazione tecnica consolidata.

Mentre quest'ultima problematica è meno complessa, in considerazione delle numerose informazioni reperibili in letteratura, assicurare che un tale sistema o impianto sia sempre funzionante, anche con il peggior scenario d'incendio di progetto, è una problematica tecnica di non poco conto, che richiede il ricorso all'analisi di sicurezza funzionale, per stabilire l'affidabilità dell'impianto o sistema, e l'analisi del rischio quantitativa o *Fire Risk Assessment*, per stabilire se il rischio associato agli scenari d'incendio con impianto o sistema non funzionante è trascurabile³.

Utilizzando il Codice, si ricorre a tali impianti o sistemi:

- **punto M.1.8 comma 5:** *“Qualora i sistemi di protezione attiva siano considerati ai fini della riduzione della potenza termica rilasciata dall'incendio $RHR(t)$ (Cap. M.2) o comunque contribuiscano a mitigare gli effetti dell'incendio, devono essere installati sistemi a disponibilità superiore.”*
- **punto G.3.4 comma 3 lettera a:** *“Se non diversamente indicato nel presente documento o determinato in esito a specifica valutazione del rischio, il profilo di rischio Ambiente è ritenuto non significativo: a. negli ambiti protetti da impianti o sistemi automatici **di completa estinzione dell'incendio** (Cap. S.6) a disponibilità superiore; ...”*

È bene sottolineare che la progettazione di tali sistemi o impianti a disponibilità superiore non può essere condotta in maniera indipendente da quella di FSE, o tantomeno successivamente a questa, in quanto le suddette valutazioni sulla loro affidabilità impattano sull'analisi del rischio quantitativa necessaria a selezionare gli scenari d'incendio di progetto; soluzioni differenti potrebbero portare a grosse perdite di tempo, problematiche di collaudi tecnico-amministrativi insuperabili, grandi danni economici, impossibilità di esercizio ai fini antincendio dell'attività, ecc..

In conclusione, le problematiche tecniche e progettuali inerenti gli impianti tecnologici di servizio ad un'attività o inseriti nei processi produttivi sono piuttosto ampie e con profili di complessità molto variabili, per cui nel prosieguo del presente volume si proverà, in maniera semplificata, ad illustrare i concetti principali alla base di tale tematica attraverso esempi applicativi a tal fine elaborati.

³Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'articolo reperibile al seguente link: <https://promozioneacciaio.it/cms/it7905-impiego-di-un-impianto-a-disponibilita-superiore-nel-progetto-delle-prestazioni-di-resistenza-al-fuoco-di-strutture-di-acciaio.asp>

La pubblicazione è stata redatta con riferimento alla versione aggiornata del Codice ai sensi del d.m. 18 ottobre 2019 recante modifiche all'allegato 1 al d.m. 3 agosto 2015, recante *“Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'art. 15 del d.lgs. 8 marzo 2006, n. 139”* per quanto riguarda la RTO e al d.m. 14 febbraio 2020 per quanto riguarda le RTV riguardanti *Uffici, Attività ricettive, Attività scolastiche e Attività commerciali*, al d.m. 15 maggio 2020 per quanto riguarda la RTV sulle *Autorimesse*, al d.m. 6 aprile 2020⁴ per quanto riguarda la RTV sugli *Asili nido*, al d.m. 10 luglio 2020 per quanto riguarda la RTV relativa a *Musei, gallerie, esposizioni, mostre, biblioteche e archivi in edifici tutelati*, al d.m. 29 marzo 2021 per quanto riguarda la RTV inerente le *Strutture sanitarie* e alle bozze di RTV approvate nel corso delle riunioni del Comitato Centrale Tecnico Scientifico di prevenzione incendi del Ministero dell'interno per quanto riguarda *gli Edifici di civile abitazione, lo Stoccaggio e trattamento dei rifiuti, gli Edifici tutelati (punto 72 del d.p.r. 1 agosto 2011, n. 151) ad esclusione di biblioteche, archivi, musei, gallerie, mostre, le Attività di intrattenimento e di spettacolo a carattere pubblico, le Chiusure d'ambito degli edifici civili e le Stazioni ferroviarie*.

La pubblicazione contiene esempi di progettazione di alcune attività, redatti focalizzando l'attenzione sulla misura S.10.

In particolare, dopo un doveroso richiamo delle regolamentazioni sopra citate limitatamente alla misura S.10, i casi studio riguardano:

- Spazio calmo, sistema di comunicazione da utilizzare in un asilo nido;
- Aree a rischio specifico nell'ambito di un magazzino automatico;
- Aree a rischio specifico di tipo elettrico;
- Aree a rischio specifico con centraline oleodinamiche;
- Rilascio di liquido infiammabile in ambiente aperto;
- Calcolo delle superfici di sfogo dell'esplosione in un silos di stoccaggio.

Considerato che la pubblicazione è stata scritta “a più mani”, grazie anche al contributo di alcuni professionisti del settore, può rilevarsi una diversa sensibilità nell'approccio alla progettazione antincendio da parte dei vari Autori; si ritiene tuttavia che tale circostanza possa costituire, a conti fatti, una preziosa risorsa per l'attento lettore che potrà esercitarsi nel ripercorrere un caso studio, adottando un approccio acquisito o un altro.

⁴ Il d.m. 6 aprile 2020 ha anche apportato lievi modifiche a V.4 e V.7

3. Le soluzioni fornite dal Codice - la misura antincendio S.10



MISURA: S.10 SICUREZZA DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI E DI SERVIZIO

S.10.1 Premessa

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

- a. produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica;
- b. protezione contro le scariche atmosferiche;
- c. sollevamento o trasporto di cose e persone;

Nota Ad esempio: ascensori, montacarichi, montalettighe, scale mobili, marciapiedi mobili, ...

- d. deposito, trasporto, distribuzione e utilizzazione di solidi, liquidi e gas combustibili, infiammabili e comburenti;
- e. riscaldamento, climatizzazione, condizionamento e refrigerazione, comprese le opere di evacuazione dei prodotti della combustione, e di ventilazione ed aerazione dei locali.

2. Per gli impianti tecnologici e di servizio inseriti nei processi produttivi dell'attività il progettista effettua la valutazione del rischio di incendio e prevede adeguate misure antincendio di tipo preventivo, protettivo e gestionale. Tali misure devono essere in accordo con gli obiettivi di sicurezza riportati al paragrafo S.10.5.

S.10.2 Livelli di prestazione

1. La tabella S.10-1 riporta i livelli di prestazione attribuibili alle *attività* per la presente misura antincendio.

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

TABELLA S.10-1: LIVELLI DI PRESTAZIONE

S.10.3 Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

1. Il livello di prestazione I deve essere attribuito a tutte le attività.

S.10.4 Soluzioni progettuali

S.10.4.1 Soluzioni conformi

1. Si ritengono conformi gli impianti tecnologici e di servizio progettati, installati, verificati, eserciti e mantenuti a regola d'arte, in conformità alla regolamentazione vigente, secondo le norme applicabili.
2. Tali impianti devono garantire gli obiettivi di sicurezza antincendio riportati al paragrafo S.10.5 ed essere altresì conformi alle prescrizioni tecniche riportate al paragrafo S.10.6 per la specifica tipologia dell'impianto.

S.10.4.2 Soluzioni alternative

1. Sono ammesse *soluzioni alternative* alle sole prescrizioni riportate al paragrafo S.10.6.
2. Al fine del raggiungimento del *livello di prestazione*, il progettista deve dimostrare il soddisfacimento degli obiettivi di sicurezza di cui al paragrafo S.10.5, impiegando uno dei metodi del paragrafo G.2.7.

S.10.5 Obiettivi della sicurezza antincendio

1. Gli impianti tecnologici e di servizio di cui al paragrafo S.10.1 devono rispettare i seguenti obiettivi di sicurezza antincendio:
 - a. limitare la probabilità di costituire causa di incendio o di esplosione;
 - b. limitare la propagazione di un incendio all'interno degli ambienti di installazione e contigui;
 - c. non rendere inefficaci le altre misure antincendio, con particolare riferimento agli elementi di compartimentazione;
 - d. consentire agli occupanti di lasciare gli ambienti in condizione di sicurezza;
 - e. consentire alle squadre di soccorso di operare in condizioni di sicurezza;
 - f. essere disattivabili, o altrimenti gestibili, a seguito di incendio.
2. La gestione e la disattivazione di impianti tecnologici e di servizio, anche quelli destinati a rimanere in servizio durante l'emergenza, deve:
 - a. poter essere effettuata da posizioni protette, segnalate e facilmente raggiungibili;
 - b. essere prevista e descritta nel piano d'emergenza.

Nota Per l'operatività (capitolo S.9) sono previste specifiche prescrizioni in merito alla modalità di disattivazione degli impianti, compresi quelli destinati a funzionare durante l'emergenza.

S.10.6 Prescrizioni aggiuntive di sicurezza antincendio

1. Le seguenti prescrizioni tecniche si applicano alle specifiche tipologie impianti tecnologici e di servizio di seguito indicati.

S.10.6.1 Impianti per la produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica

1. Gli impianti per la produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica devono possedere caratteristiche strutturali e possibilità di intervento, individuate nel piano di emergenza, tali da non costituire pericolo durante le operazioni di estinzione dell'incendio e di messa in sicurezza dell'attività.

Nota Le costruzioni elettriche vengono realizzate tenendo conto della classificazione del rischio elettrico dei luoghi in cui sono installate (es. luoghi ordinari, a maggior rischio in caso di incendio, a rischio di esplosione, ...). Generalmente, gli impianti elettrici sono suddivisi in più circuiti terminali in modo che un guasto non possa generare situazioni di pericolo all'interno dell'attività. Qualora necessario, i dispositivi di protezione devono essere scelti in modo da garantire una corretta selettività. Di norma i quadri elettrici contenenti circuiti che alimentano servizi di sicurezza devono essere ubicati in posizioni protette, segnalate e facilmente raggiungibili.

2. Deve essere valutata, in funzione della destinazione dei locali, del tempo di evacuazione dagli stessi, del tipo di posa delle condutture elettriche, dell'incidenza dei cavi elettrici sugli altri materiali o impianti presenti, la necessità di utilizzare cavi realizzati con materiali in grado di ridurre al minimo l'emissione di fumo, la produzione di gas acidi e corrosivi.
3. I quadri elettrici possono essere installati lungo le vie di esodo a condizione che non costituiscano ostacolo al deflusso degli occupanti.
4. Qualora i quadri elettrici siano installati in ambienti aperti al pubblico, essi devono essere protetti almeno con una porta frontale con chiusura a chiave.
5. Gli apparecchi di manovra dovranno sempre riportare chiare indicazioni dei circuiti a cui si riferiscono.

6. Gli impianti di cui al paragrafo S.10.1, che abbiano una funzione ai fini della gestione dell'emergenza, devono disporre di alimentazione elettrica di sicurezza con le caratteristiche minime indicate nella tabella S.10-2.

Nota Tutti i sistemi di protezione attiva e l'illuminazione di sicurezza, devono disporre di alimentazione elettrica di sicurezza.

7. I circuiti di sicurezza devono essere chiaramente identificati. Su ciascun dispositivo di protezione del circuito o impianto elettrico di sicurezza deve essere apposto un segnale riportante la dicitura "Non manovrare in caso d'incendio".

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

TABELLA S.10-2: AUTONOMIA MINIMA ED INTERRUZIONE DELL'ALIMENTAZIONE ELETTRICA DI SICUREZZA

S.10.6.2 Impianti fotovoltaici

- In presenza di impianti fotovoltaici installati sulle coperture e sulle facciate degli edifici, devono essere utilizzati materiali, adottate soluzioni progettuali ed accorgimenti tecnici che limitano la probabilità di innesco dell'incendio e la successiva propagazione dello stesso anche all'interno dell'opera da costruzione e ad altre limitrofe.
- L'installazione degli impianti fotovoltaici deve garantire la sicurezza degli operatori addetti alle operazioni di manutenzione nonché la sicurezza dei soccorritori.

Nota Utili riferimenti sono costituiti dalle circolari DCPST n° 1324 del 7 febbraio 2012 e DCPST n° 6334 del 4 maggio 2012.

S.10.6.3 Infrastrutture per la ricarica di veicoli elettrici

- In presenza di infrastrutture per la ricarica dei veicoli elettrici devono essere utilizzati materiali, adottate soluzioni progettuali ed accorgimenti tecnici che limitino la probabilità di innesco dell'incendio e la successiva propagazione dello stesso anche all'interno dell'opera da costruzione e ad altre limitrofe.
- L'installazione di tali infrastrutture deve garantire la sicurezza degli operatori addetti alle operazioni di manutenzione nonché la sicurezza dei soccorritori.

Nota Utile riferimento è costituito dalla circolare DCPST n° 2 del 5 novembre 2018.

S.10.6.4 Protezione contro le scariche atmosferiche

- Per tutte le attività deve essere eseguita una valutazione del rischio dovuto ai fulmini.
- Sulla base dei risultati della valutazione di tale rischio, gli impianti di protezione contro le scariche atmosferiche devono essere realizzati nel rispetto delle relative norme tecniche.

S.10.6.5 Impianti di sollevamento e trasporto di cose e persone

- Tutti gli impianti di sollevamento e trasporto di cose e persone non specificamente progettati per funzionare in caso di incendio, devono essere dotati di accorgimenti gestionali, organizzati e tecnici che ne impediscano l'utilizzo in caso di emergenza.

Nota Ad esempio: ascensori, montacarichi, montalettighe, scale mobili, marciapiedi mobili, ...

S.10.6.6 Impianti di distribuzione gas combustibili

1. Le condutture principali dei gas combustibili a valle dei punti di consegna quando raggiungono un'opera da costruzione (es. edificio civile, fabbricato industriale, ...), devono essere installate a vista ed all'esterno dell'opera da costruzione servita.

Nota Ad esempio: le tubazioni del servizio comune di utenze di un edificio di civile abitazione alimentato dall'impianto gas, cioè le sottocolonne e le colonne montanti, devono essere installate all'esterno, sulla facciata dell'edificio servito.

2. In caso di eventuali brevi attraversamenti di locali, le tubazioni di cui al comma 1 devono essere poste in guaina di classe europea A1 di reazione al fuoco, aerata alle due estremità verso l'esterno e di diametro superiore di almeno 20 mm rispetto alla tubazione interna.
3. È consentita l'installazione delle condutture all'interno delle opere da costruzione, a condizione che sia effettuata la valutazione del rischio di atmosfere esplosive (capitolo V.2).

S.10.6.7 Deposito di combustibili

1. Devono essere adottate misure al fine di evitare la dispersione del combustibile, ad esempio:
 - a. bacino di contenimento impermeabile, protetto dagli agenti atmosferici, di volume pari alla capacità complessiva dei serbatoi di combustibili liquidi;
 - b. dispositivi di intercettazione delle linee con comando in posizione accessibile, protetta e segnalata;
 - c. dispositivi di arresto delle pompe di alimentazione;
 - d. dispositivi di rivelazione ed allarme;
 - e. protezione contro gli urti accidentali da parte di veicoli o altri elementi;
 - f. protezione dei serbatoi e delle linee contro la corrosione;
 - g. predisposizione di aree dedicate, attacchi idonei per il carico e scarico in sicurezza dei serbatoi;
 - h. dispositivi automatici per impedire il sovra-riempimento dei serbatoi
 - i. procedure ordinarie e d'emergenza.
2. Devono essere adottate misure al fine di evitare la propagazione dell'incendio e di mitigarne gli effetti. Ad esempio:
 - a. Impianti di protezione attiva;
 - b. Interposizione di idonee distanze di separazione tra lo stoccaggio del combustibile e l'impianto servito;
 - c. Inserimento del deposito di combustibile e del relativo impianto servito in compartimenti distinti;
 - d. Qualora lo stoccaggio del combustibile non avvenga all'aperto o in compartimento distinto, la quantità di combustibile stoccato sia limitata al minimo indispensabile per la funzionalità delle attività servite.
3. Il tubo di sfiato dei vapori da serbatoi sia adeguatamente dimensionato, sfociante ad almeno 2,5 m dal piano di calpestio e posto ad idonea distanza da altre attività.

S.10.6.8 Impianti di distribuzione di gas medicali

1. La distribuzione dei gas medicali deve avvenire, di norma, mediante impianti centralizzati.
2. Detti impianti devono essere rispondenti ai seguenti criteri:
 - a. La disposizione geometrica delle tubazioni della rete primaria deve essere tale da garantire l'alimentazione di altri compartimenti non interessati dall'incendio. L'impianto di un compartimento non deve essere derivato da un altro compartimento, ma direttamente dalla rete di distribuzione primaria;
 - b. L'impianto deve essere compatibile con il sistema di compartimentazione antincendio e deve permettere l'interruzione della erogazione dei gas mediante dispositivi di intercettazione manuale posti all'esterno di ogni compartimento in posizione accessibile, protetta e segnalata; idonea segnaletica, inoltre, devono indicare i tratti di impianto sezionabili a seguito delle manovre di intercettazione;

- c. le reti di distribuzione dei gas medicali devono essere disposte in modo tale da non interferire in alcun modo con reti di altri impianti tecnologici e di servizio;
- d. i cavedi attraversati dagli impianti di gas medicali devono essere ventilati con aperture la cui posizione sarà funzione della densità dei gas interessati.

Nota Le norme di riferimento per la progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti per la distribuzione dei gas medicali sono la UNI EN ISO 7396-1 "Impianti di distribuzione dei gas medicali - Parte 1: Impianti di distribuzione dei gas medicali compressi e per vuoto", la UNI EN ISO 7396-2 "Impianti di distribuzione dei gas medicali - Parte 2: Impianti di evacuazione dei gas anestetici" e la norma UNI 11100 "Impianti di distribuzione dei gas medicali compressi e per vuoto e impianti di evacuazione dei gas anestetici - Guida all'accettazione, alla messa in servizio, all'autorizzazione all'uso e alla gestione operativa".

S.10.6.9 Opere di evacuazione dei prodotti della combustione

1. Nel caso in cui le canne fumarie attraversino o lambiscano materiali combustibili le stesse dovranno essere opportunamente distanziate. Utili indicazioni in merito sono fornite nel paragrafo S.2.12.

S.10.6.10 Impianti di climatizzazione e condizionamento

1. Gli impianti di condizionamento o di ventilazione devono possedere requisiti che garantiscano il raggiungimento dei seguenti ulteriori specifici obiettivi:
 - a. Evitare il ricircolo dei prodotti della combustione o di altri gas ritenuti pericolosi;
 - b. Non produrre, a causa di avarie o guasti propri, fumi che si diffondano nei locali serviti;
 - c. Non costituire elemento di propagazione di fumi o fiamme, anche nella fase iniziale degli incendi.
2. Negli ambiti dell'attività ove gli occupanti possano essere esposti agli effetti dei gas refrigeranti, dovrebbero essere impiegati gas refrigeranti classificati A1 o A2L secondo norma ISO 817 "Refrigerants - Designation and safety classification"

Nota La serie delle norme UNI EN 378 "Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali" specifica i requisiti per la sicurezza degli occupanti e dei beni, fornisce una guida per la tutela dell'ambiente e stabilisce procedure per il funzionamento, la manutenzione e la riparazione di impianti di refrigerazione e per il recupero dei refrigeranti. Ove si impieghino gas refrigeranti infiammabili, la serie delle UNI EN 378 contiene previsioni specifiche di sicurezza antincendio.

S.10.7 Riferimenti

1. Si indicano i seguenti riferimenti:
 - a. Norme CEI ed UNI applicabili;
 - b. S. Mannan, "Lees' Loss Prevention in the Process Industries: Hazard Identification, Assessment and Control", Ed. Butterworth-Heinemann, 2012.

La sicurezza degli impianti tecnologici nelle nuove RTV

SICUREZZA DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI E DI SERVIZIO

Nella sezione V del Codice, con riferimento alle RTV vigenti e a quelle in fase di avanzata istruttoria, nel paragrafo relativo alla sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio, ove presente, è previsto quanto segue.

Uffici (V.4)

A seguito della pubblicazione della RTV relativa agli uffici⁵, ad integrazione di quanto previsto dalla RTO per la misura S.10, il par. V.4.4.7 specifica che:

1. I gas refrigeranti negli impianti di climatizzazione e condizionamento (capitolo S.10) inseriti in aree TA o TO devono essere classificati A1 o A2L secondo ISO 817.

Alberghi (V.5)

A seguito della pubblicazione della RTV relativa agli alberghi⁶, ad integrazione di quanto previsto dalla RTO per la misura S.10, il par. V.5.4.8 specifica che:

1. I gas refrigeranti negli impianti di climatizzazione e condizionamento (capitolo S.10) inseriti in aree TA, TB, TC o TO devono essere classificati A1 o A2L secondo ISO 817.

Autorimesse (V.6)

A seguito della pubblicazione della RTV relativa alle autorimesse⁷, ad integrazione di quanto previsto dalla RTO per la S.10, il par. V.6.5.8 specifica che:

1. Se l'accesso avviene tramite montauto, l'autorimessa deve essere dotata di rivelazione ed allarme di livello di prestazione III. La funzione secondaria G dell'IRAI deve essere tale da comandare il riallineamento in sicurezza del montauto al piano.

Nota I possibili piani di riallineamento in emergenza devono essere previsti in fase di progettazione in funzione degli scenari di incendio ipotizzabili.

2. Il montauto deve essere dotato di alimentazione di sicurezza ad interruzione breve ($\leq 0,5$ s) ed autonomia $\geq 30'$.
3. Se la movimentazione di veicoli con montauto avviene con occupanti a bordo, dovranno essere garantiti i seguenti requisiti minimi:
 - i. Dimensione della cabina che consenta l'apertura delle porte per l'abbandono del veicolo in caso di necessità ed il movimento degli occupanti anche in relazione alle specifiche necessità degli stessi.
 - ii. Presenza di sistemi di apertura automatica, in caso di emergenza, delle porte di cabina e di piano.
 - iii. Rispondenza ai requisiti di sicurezza previsti per gli ascensori per il trasporto di persone (norme della serie EN 81 o equivalenti).
 - iv. Sistema di comunicazione bidirezionale per permettere agli occupanti di segnalare la loro presenza e richiedere assistenza.
 - v. Il montauto costituisca compartimento distinto ovvero sia inserito in aree TA provviste di controllo dell'incendio con livello di prestazione IV.
4. La progettazione del *sistema d'esodo* in presenza di montauto con occupanti a bordo deve essere effettuata impiegando i metodi quantitativi di cui al capitolo M.3 della RTO.

Nota Ad esempio il progettista tiene conto dei tempi aggiuntivi di allarme, pre-movimento e movimento degli occupanti in relazione almeno agli scenari di incendio interno o esterno al montauto.

⁵ d.m. 14 febbraio 2020 pubblicato in G.U. n. 57 del 6 marzo 2020 (ex d.m. 8 giugno 2016)

⁶ d.m. 14 febbraio 2020 pubblicato in G.U. n. 57 del 6 marzo 2020 (ex d.m. 9 agosto 2016) ed errata corregge di cui al d.m. 6 aprile 2020

⁷ d.m. 15 maggio 2020 pubblicato in G.U. n. 132 del 23 maggio 2020

Attività scolastiche (V.7)

A seguito della pubblicazione della RTV relativa alle attività scolastiche⁸ ad integrazione di quanto previsto dalla RTO per la misura S.10, il par. V.7.4.7 specifica che:

1. I gas refrigeranti negli impianti di climatizzazione e condizionamento (capitolo S.10) inseriti in aree TA o TO devono essere classificati A1 o A2L secondo ISO 817.

Attività commerciali (V.8)

A seguito della pubblicazione della RTV relativa alle attività commerciali⁹ ad integrazione di quanto previsto dalla RTO per la misura S.10, il par. V.8.5.10 specifica che:

1. I gas refrigeranti negli impianti centralizzati di climatizzazione e condizionamento (capitolo S.10) e di refrigerazione alimentare, inseriti in aree TA, devono essere classificati A1 o A2L secondo ISO 817.

Asili nido (V.9)

A seguito della pubblicazione della RTV relativa agli asili nido¹⁰ ad integrazione di quanto previsto dalla RTO per la misura S.10, il par. V.9.5.8 specifica che:

1. I gas refrigeranti negli impianti di climatizzazione e condizionamento (capitolo S.10) inseriti in aree TA e TO devono essere classificati A1 o A2L secondo ISO 817.

Musei, gallerie, esposizioni, mostre, biblioteche e archivi in edifici tutelati (V.10)

A seguito della pubblicazione della RTV relativa a musei, gallerie, esposizioni, mostre, biblioteche e archivi in edifici tutelati¹¹ ad integrazione di quanto previsto dalla RTO per la misura S.10, il par. V.10.5.9 specifica che:

1. I refrigeranti negli impianti di climatizzazione e condizionamento (capitolo S.10) inseriti in aree TA e TO devono essere classificati A1 o A2L secondo ISO 817.

Strutture sanitarie (V.11)

A seguito della pubblicazione della RTV relativa alle strutture sanitarie¹² ad integrazione di quanto previsto dalla RTO per la misura S.10, il par. V.11.5.9 specifica che:

1. Nelle attività di tipo SA, allo scopo di evitare che un incendio sviluppatosi in un'area dell'attività comporti l'interruzione dell'alimentazione elettrica anche in aree non coinvolte dall'incendio, la distribuzione elettrica dal quadro principale di distribuzione, sino ai quadri dei compartimenti delle aree di tipo TA o TB, deve essere protetta dall'incendio per una durata pari alla classe di resistenza al fuoco più elevata dei compartimenti attraversati.
2. Gli impianti tecnologici e di servizio di ciascun compartimento delle aree di tipo TA2 devono essere realizzati in modo da garantire la continuità delle prestazioni sanitarie anche in caso di incendio coinvolgente un qualunque altro compartimento dell'attività.
3. La parte di cablaggio strutturato necessaria per la sicurezza delle attività di tipo SA deve garantire la continuità della prestazione in caso di incendio per la durata prevista nel piano di emergenza.

Nota Per cablaggio strutturato si intende la struttura in grado di supportare le applicazioni per la tecnologia dell'informazione per la gestione dell'attività.

4. Lo stato di funzionamento degli impianti tecnologici a servizio delle aree di tipo TA e TB deve essere monitorato nel centro di gestione delle emergenze o in altro luogo presidiato.

Nota Possono essere esentati dal monitoraggio a distanza gli impianti non contenenti sostanze pericolose o non strettamente necessari alla gestione dell'emergenza (es. impianti idrico sanitari, posta pneumatica, ...).

5. I gas refrigeranti negli impianti di climatizzazione e condizionamento (capitolo S.10) inseriti in aree di tipo TA, TB o TC, devono essere classificati A1 o A2L secondo la norma ISO 817.

⁸ d.m. 14 febbraio 2020 pubblicato in G.U. n. 57 del 6 marzo 2020 (ex d.m. 7 agosto 2017)

⁹ d.m. 14 febbraio 2020 pubblicato in G.U. n. 57 del 6 marzo 2020 (ex d.m. 23 novembre 2018)

¹⁰ d.m. 6 aprile 2020 pubblicato in G.U. n. 98 del 14 aprile 2020

¹¹ d.m. 10 luglio 2020 pubblicato in G.U. n. 183 del 22 luglio 2020

¹² d.m. 29 marzo 2021 pubblicato in G.U. n. 85 del 9 aprile 2021.

Edifici di civile abitazione (V.K)

A seguito dell'approvazione da parte del CCTS della RTV relativa agli edifici di civile abitazione¹³ ad integrazione di quanto previsto dalla RTO per la misura S.10, il par. V.K.4.9 specifica che:

1. Le canne fumarie devono essere dotate di adeguato isolamento termico o distanza di separazione da elementi combustibili negli attraversamenti al fine di non costituire causa d'incendio.

Nota Ad esempio, come previsto dalla norma UNI 10683 ove applicabile.

Attività di stoccaggio e trattamento rifiuti (V.X)

A seguito dell'approvazione da parte del CCTS della RTV relativa alle attività di stoccaggio e trattamento rifiuti¹⁴, ad integrazione di quanto previsto dalla RTO per la misura S.10, il par. V.X.5.8 prevede che:

1. Devono essere considerati impianti tecnologici e di servizio per l'attività anche i seguenti sistemi:
 - sistemi antintrusione (security, recinzioni, controllo accessi, videosorveglianza, ...);
 - sistemi di rivelazione temperature.
2. In caso di attività sorvegliata da IRAI, i sistemi di rivelazione di temperatura automatici devono prevedere funzioni di comunicazione o controllo con l'IRAI.

Nota La funzione di rivelazione automatica A di un IRAI potrebbe svolgere anche funzioni di rivelazione continua delle temperature.

3. I sistemi antintrusione a servizio dell'attività sono classificati come di seguito:
 - a) tipologia 1: dotati di recinzione in muro continuo o inferriata di altezza minima 2,0 m;
 - b) tipologia 2: dotati di recinzione in muro continuo o inferriata di altezza minima 2,0 m, con sistema di videosorveglianza collegato al personale di reperibilità;
 - c) tipologia 3: dotati di recinzione in muro continuo o inferriata di altezza minima 2,0 m, con sistema di videosorveglianza e controllo accessi, collegato al personale di reperibilità.

Nota I sistemi antintrusione di tipologia 3 dovrebbero essere in grado di conservare le immagini per 7 giorni (es. "Digital video recorder", ...); la centralina di registrazione delle immagini dovrebbe essere posta in area protetta dall'incendio.

4. L'attività deve essere dotata di sistemi antintrusione della tipologia indicata nella tabella V.10-10 o di sistemi equivalenti che garantiscono il medesimo livello di sicurezza.

Aree dell'attività	Classificazione dell'attività		
	AA	AB	AC
TS, TK, TZ	1 [1]	2 [1]	3 [1]
[1] Tipologia sistema antintrusione			

TABELLA V.X-10: TIPOLOGIA DEI SISTEMI ANTINTRUSIONE

5. I sistemi di rivelazione della temperatura sono classificati come di seguito:
 - tipologia 1: di tipo manuale (es. termocamere, ...);
 - tipologia 2: in continuo e di tipo automatico con funzione di allarme collegata al personale di reperibilità o in alternativa di tipo manuale se l'impianto è presidiato nei diversi reparti 24 ore al giorno per 365 giorni l'anno.

Nota In presenza di IRAI, i sistemi di rivelazione di temperatura di tipologia 2 di tipo automatico, devono prevedere funzioni di comunicazione e controllo con l'IRAI.

¹³ Approvata il 11 febbraio 2020 dal Comitato Centrale Tecnico Scientifico dei VV.F.

¹⁴ Approvata il 30 settembre 2020 dal Comitato Centrale Tecnico Scientifico dei VV.F.

Area dell'attività	qf ≤ 1.200 MJ/m ²	qf > 1.200 MJ/m ²
TSA	1 [1]	2 [1]
TSC	1 [1]	2 [1]
TK	Secondo risultanze dell'analisi del rischio	
TZ	1 [1]	2 [1]
[1] Tipologia sistema di rivelazione della temperatura		

TABELLA V.X-11: SISTEMI DI RIVELAZIONE DELLA TEMPERATURA

6. L'attività deve essere dotata di sistemi di rivelazione della temperatura come indicato in tabella V.X-11 o di sistemi equivalenti che garantiscono il medesimo livello di sicurezza.

7. Altre indicazioni

1. L'altezza dei cumuli di rifiuti in corrispondenza delle pareti delle aree TSP e TSB deve essere inferiore di almeno 1 metro rispetto all'altezza delle pareti medesime.
2. Nel caso di stoccaggi di rifiuti al chiuso, l'altezza dei cumuli deve rispettare una distanza tra l'intradosso della copertura dell'opera da costruzione ed il cumulo, pari ad almeno il 20% dell'altezza del locale. Nel caso di coperture inclinate, tale distanza deve essere rispettata in ogni punto.
3. L'altezza dei cumuli deve essere compatibile con le condizioni di sicurezza e di stabilità degli stessi.
4. Lo stoccaggio di rifiuti sciolti privi di strutture di contenimento verticali (es. baie, pareti, ...) deve avere una inclinazione delle superfici laterali tale da assicurarne la stabilità del cumulo in relazione al tipo, pezzatura e consistenza del rifiuto.
5. I rifiuti devono essere stoccati per categorie omogenee e comunque tenendo conto della compatibilità tra di essi. Sono fatte salve le operazioni di accorpamento, raggruppamento e miscelazione consentite ed autorizzate nel rispetto delle disposizioni vigenti.
6. Lo stoccaggio all'aperto delle seguenti tipologie di rifiuti: *comburenti e perossidi, liquidi infiammabili, solidi infiammabili o soggetti ad accensione spontanea ed ecotossici*, deve essere protetto da tettoia per gli agenti atmosferici.
7. Lo stoccaggio delle seguenti tipologie di rifiuti: *esplosivi, liquidi infiammabili, solidi infiammabili o soggetti ad accensione spontanea, che reagiscono a contatto con l'acqua sviluppando gas infiammabili, corrosivi ed irritanti, infettivi, tossici, cancerogeni ed ecotossici*, deve avvenire in contenitori conformi a quelli previsti dalla normativa vigente.
8. I serbatoi per rifiuti liquidi infiammabili e combustibili, di capacità superiore a 1.000 litri, qualora non realizzati con doppia parete e con sistema di monitoraggio continuo dell'intercapedine, devono essere provvisti di un bacino di contenimento con un volume almeno pari al 100% del volume del singolo serbatoio che vi insiste o, nel caso di più serbatoi, almeno al 110% del volume del serbatoio avente volume maggiore.

Nota Può essere prevista la modalità di stoccaggio (all'aperto o al chiuso) congruente con le prescrizioni del regolamento ADR.

Attività di intrattenimento e di spettacolo a carattere pubblico (V.Q)

A seguito dell'approvazione da parte del CCTS della RTV relativa alle attività di intrattenimento e di spettacolo a carattere pubblico¹⁵, ad integrazione di quanto previsto dalla RTO per la misura S.10, i parr. V.Q.5.9 e V.Q.5.10 prevedono che:

1. I gas refrigeranti degli impianti centralizzati di climatizzazione e condizionamento (capitolo S.10) inseriti in aree TO1 e TA1 devono essere classificati A1 o A2L secondo ISO 817.
2. Gli impianti di produzione calore alimentati a combustibili solidi, liquidi o gassosi di potenza ≤ 35 kW devono essere ubicati all'esterno delle attività oppure in compartimenti di classe di resistenza al fuoco ≥ 30.
3. Gli *impianti temporanei* non devono costituire causa di inciampo negli ambiti aperti al pubblico. Devono essere realizzati tenendo conto delle prevedibili sollecitazioni ambientali, con particolare riferimento al rischio di danneggiamento meccanico. Prima del loro utilizzo, devono essere sottoposti a verifica secondo le norme tecniche di riferimento.

¹⁵ Approvata il 15 giugno 2021 dal Comitato Centrale Tecnico Scientifico dei VV.F.

Altre indicazioni

1. È vietato l'impiego di apparecchi riscaldanti con resistenza elettrica in vista.

Chiusure d'ambito degli edifici civili (V.W)

A seguito dell'approvazione da parte del CCTS della RTV relativa alle chiusure d'ambito degli edifici civili¹⁶, ad integrazione di quanto previsto dalla RTO per la misura S.10, il par. V.W.4.3 prevede che:

1. Qualora sulla chiusura d'ambito o in adiacenza ad essa siano installati *impianti di produzione o trasformazione d'energia* (es. impianti fotovoltaici, impianti di produzione calore, impianti di condizionamento, ...) la porzione di chiusura d'ambito interessata deve essere protetta con le caratteristiche descritte nel paragrafo V.W.5 e circonscritta da *fasce di separazione* delle medesime caratteristiche.
2. Le canne fumarie devono essere dotate di adeguato isolamento termico o distanza di separazione da elementi combustibili negli attraversamenti al fine di non costituire causa d'incendio.

Nota Ad esempio, come previsto dalla norma UNI 10683, ove applicabile, oppure utilizzando materiali di opportuna classe di resistenza al fuoco G (capitolo S.2).

Stazioni ferroviarie (V.N)

A seguito dell'approvazione da parte del CCTS della RTV relativa alle stazioni ferroviarie¹⁷, ad integrazione di quanto previsto dalla RTO per la misura S.10, il par. V.N.1.5.9 prevede che:

1. I gas refrigeranti degli impianti centralizzati di climatizzazione e condizionamento (Capitolo S.10) inseriti in aree TA e TB1 devono essere classificati A1 o A2L secondo ISO 817 "Refrigerants - Designation and safety classification" o norma equivalente.
2. All'interno delle aree TA, TB1 non è ammesso l' impiego di apparecchiature alimentate a combustibile liquido o gassoso.

Nota Ad esempio, e ammesso l' impiego di apparecchi di cottura a combustibile solido (es. forni di cottura, ...) o alimentati ad energia elettrica (es. piastre di cottura, ...).

3. Gli impianti di produzione calore alimentati a combustibili solidi, liquidi o gassosi di potenza ≤ 35 kW devono essere ubicati in compartimenti autonomi di *classe di resistenza al fuoco* ≥ 30 .

¹⁶ Approvata il 15 giugno 2021 dal Comitato Centrale Tecnico Scientifico dei VV.F.

¹⁷ Approvata il 20 luglio 2021 dal Comitato Centrale Tecnico Scientifico dei VV.F.

4. Legami tra la misura antincendio S.10 e le RTV V.1 e V.2

Come noto, le RTV V.1 (*Aree a rischio specifico*) e V.2 (*Aree a rischio per atmosfere esplosive*) contengono all'interno del rispettivo disposto tecnico-normativo alcuni collegamenti con la misura antincendio S.10. In particolare, per quanto concerne la RTV V.1, si riporta di seguito il par. V.1.1:

V.1.1 Campo di applicazione

1. La presente regola tecnica reca le indicazioni di prevenzione incendi che si applicano alle aree a rischio specifico.
2. Le aree a rischio specifico possono essere fissate dalle regole tecniche verticali applicabili all'attività. Sono inoltre individuate dal progettista sulla base della *valutazione del rischio d'incendio* e dei seguenti criteri:
 - a. aree in cui si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose, materiali combustibili, in quantità significative;
 - b. aree in cui si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio;
 - c. aree in cui vi è presenza di impianti o loro componenti rilevanti ai fini della sicurezza antincendio di cui al capitolo S.10;
 - d. aree con carico di incendio specifico $q_f > 1200 \text{ MJ/m}^2$, non occupate o con presenza occasionale e di breve durata di personale addetto;
 - e. aree in cui vi è presenza di impianti ed attrezzature con fluidi di processo in pressione o ad alta temperatura;
 - f. aree in cui vi è presenza di superfici esposte ad elevate temperature o fiamme libere;
 - g. aree in cui vi è presenza di reazioni chimiche pericolose ai fini dell'incendio;
 - h. ambiti dell'attività con R_{ambiente} significativo.
3. Lo stoccaggio di *limitate quantità* di liquidi infiammabili in armadi metallici per impieghi funzionali all'attività principale non è generalmente considerato *rischio specifico*.
4. ~~Eventuali aree, a servizio dell'attività principale, in cui vi è presenza degli impianti di cui al punto 2 lettera c, già regolati da specifiche regole tecniche di prevenzione incendi, non sono considerate aree a rischio specifico.~~¹⁸

Peraltro, il Codice pone particolare attenzione, nell'ambito della RTV V.1, agli "impianti" anche nel par. V.1.2 - *Strategia antincendio*, in relazione alla fase propedeutica alla valutazione del rischio delle *aree a rischio specifico*, (comma 1, lett. c) e in relazione alle risultanze della medesima valutazione del rischio, in vista dell'applicazione delle misure minime da adottare (comma 2, lett. c, e, g).

Per quanto concerne, invece, la RTV V.2, si riporta di seguito il par. V.2.2.1:

V.2.2.1 Individuazione delle condizioni generali di pericolo di esplosione

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

Si segnala che, ai fini della RTV V.2, gli "impianti" sono definiti al par. V.2.3.2:

¹⁸ Comma eliminato dal documento approvato il 20 luglio 2021 dal Comitato Centrale Tecnico Scientifico dei VV.F. "Modifiche all'allegato I del decreto del Ministro dell'interno 3 agosto 2015"

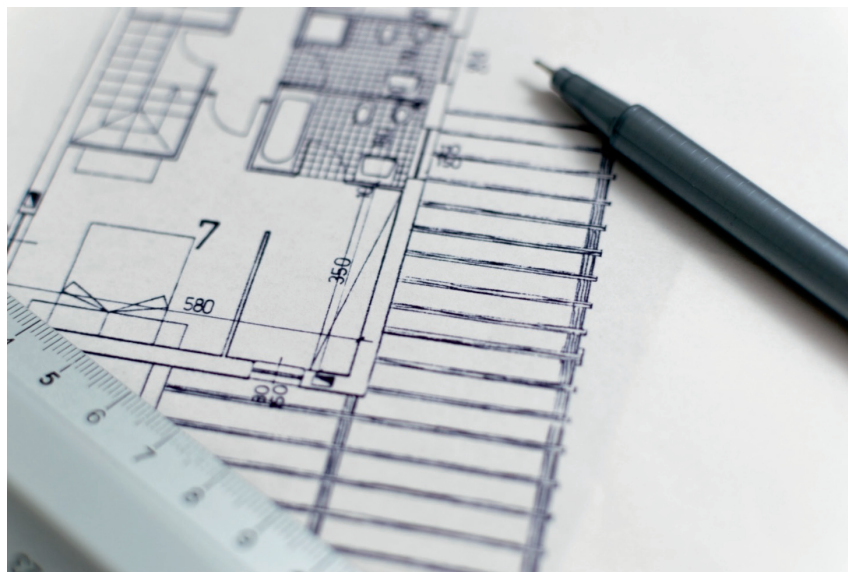
1. Per impianti si intendono le attrezzature, i sistemi e i relativi dispositivi di collegamento che non sono prodotti ai sensi della direttiva ATEX, qualora rappresentino un pericolo di accensione o di emissione di sostanze infiammabili.
2. Gli impianti e tutti i loro dispositivi di collegamento possono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

Inoltre, nella RTV V.2, il Codice rivolge la propria attenzione agli "impianti" anche nel par. V.2.2.4 - *Identificazione dei potenziali pericoli di innesco*, in relazione alle possibili sorgenti di accensione, (comma 2 e tab. V.2-2) e nel par. V.2.2.5 - *Valutazione dell'entità degli effetti prevedibili di un'esplosione*, in relazione agli effetti fisici prevedibili di un'esplosione, in ottica soprattutto della salvaguardia degli occupanti (comma 1 e comma 2, lett. b, c).

Da ultimo, il par. V.2.3 - *Misure di prevenzione, protezione e gestionali*, contiene tre tabelle (V.2-3, V.2-4 e V.2-5) che illustrano, rispettivamente, le misure di *prevenzione*, *protezione* e *gestionali* che possono essere adottate contro il rischio di esplosione per il conseguimento del livello di protezione stabilito, anche con riferimento alla presenza di "impianti".

Da quanto sopra, è evidente quanto siano impattanti le RTV "trasversali" V.1 e V.2 nella progettazione della sicurezza antincendio in molte attività, soprattutto di carattere non civile, dove la presenza di aree a rischio specifico (ad es.: depositi di materiali combustibili, presenza di impianti o sistemi che utilizzano sostanze combustibili o infiammabili, aree con impianti o sistemi rilevanti ai fini antincendio in termini di innesco e propagazione, ecc.) o aree ATEX è piuttosto ricorrente; ebbene le suddette RTV trasversali consentono di individuare le misure di sicurezza antincendio più appropriate sulla base di una valutazione del rischio specifica e non rigidamente e necessariamente legata a tutte le misure antincendio della strategia S, bensì ricorrendo ad accorgimenti tecnici e gestionali per l'appunto specifici.

Tanto premesso, nella presente pubblicazione, sono stati inseriti alcuni casi studio incentrati sulla connessione tra la misura antincendio S.10 e le RTV V.1 e V.2, al fine di evidenziare l'importanza e le ricadute pratiche di tale circostanza nel contesto di realtà comuni a molte attività.



Caso studio 1: Spazio calmo, sistema di comunicazione da utilizzare in un asilo nido

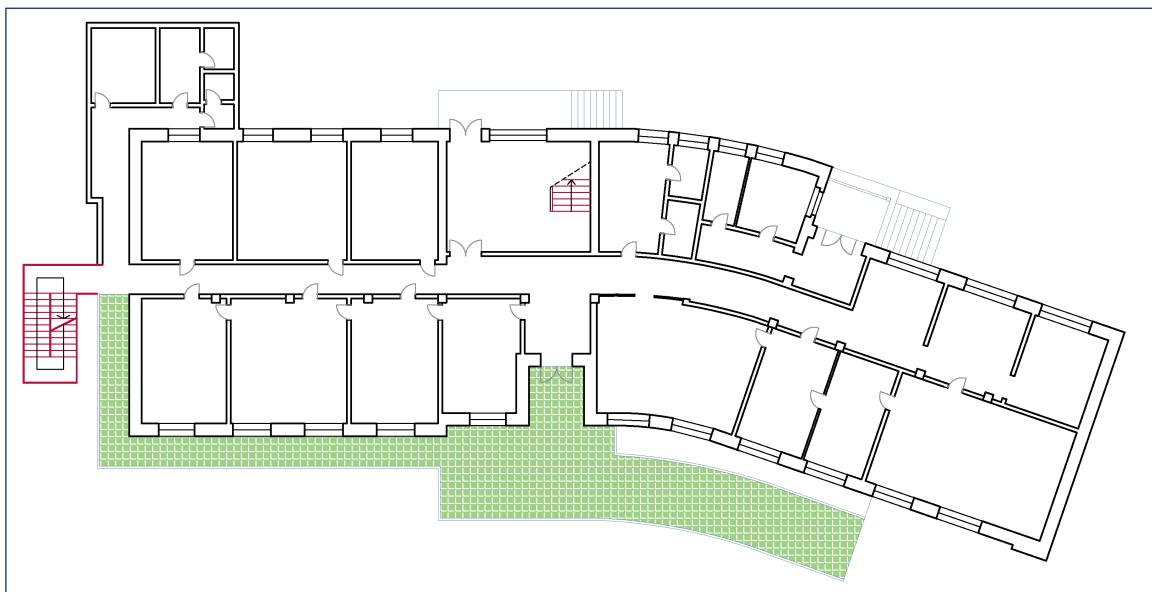
Descrizione

Il presente caso studio fa riferimento a quello riportato al n. 8 della pubblicazione, facente parte della presente Collana, denominata “Progettazione della misura Esodo”.

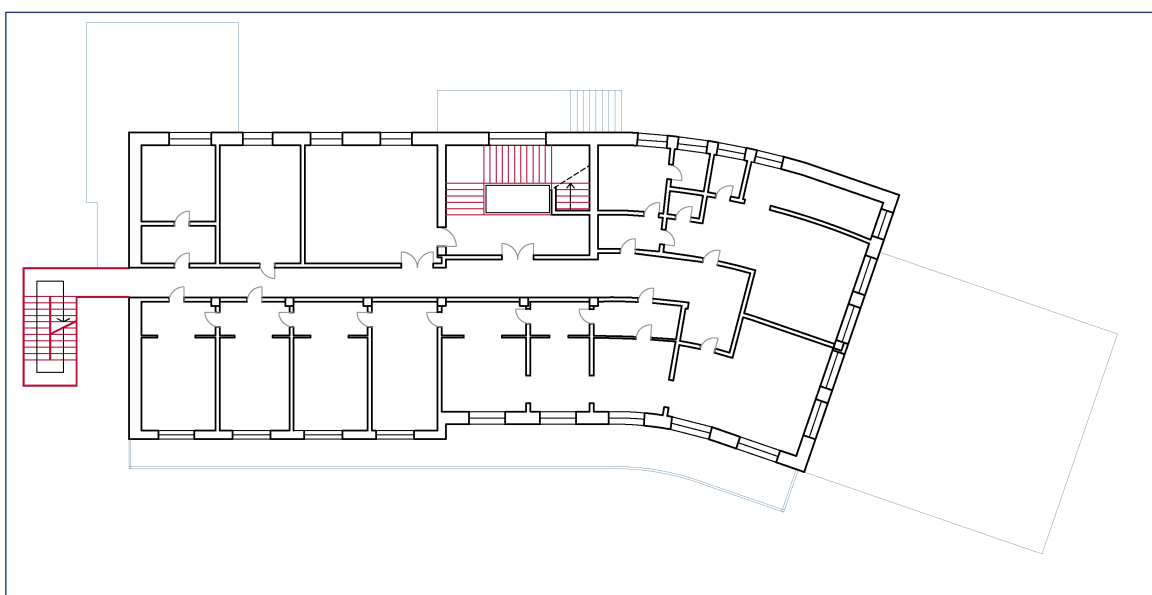
Nel citato caso studio è illustrata la verifica delle condizioni di esodo per un'attività di tipo scolastico, in particolare asilo nido, ospitata in un edificio con valenza storico/artistica, sottoposto a vincolo di tutela ai sensi del d.lgs. n. 42 del 22 gennaio 2004 e s.m.i..

Lo studio effettuato riguarda la valutazione dei possibili scenari di incendio, all'interno dell'attività, allo scopo di verificare le eventuali criticità nella gestione dell'esodo in condizioni di emergenza.

Il sistema di esodo dell'attività oggetto di studio è stato quindi garantito, mediante la positiva verifica di una *soluzione alternativa*, con la realizzazione dello *spazio calmo* e della protezione della scala interna a servizio del piano primo e con la presenza di vie di esodo indipendenti al piano rialzato.



ASILO NIDO - PLANIMETRIA EX ANTE PIANO RIALZATO



ASILO NIDO - PLANIMETRIA EX ANTE PIANO PRIMO

Dati salienti e attribuzione dei livelli di prestazione:

Apparecchiatura costruttiva	Strutture portanti in C.A.
Numero occupanti	117 (90 posti letto, vedi per. V.9.5.5)
Profili di rischio R_{vita}	Cii2 per le aree di tipo TA e TO (parr. V.9.4 e G.3.2.2)
	A2 per le aree di tipo TB, TC, TM1 e TZ (parr. V.9.4 e G.3.2.2)
Profilo di rischio R_{beni}	Opera da costruzione vincolata = 2 (par. G.3.3)
Profilo di rischio $R_{ambiente}$	Non significativo (par. G.3.4)
Reazione al fuoco	Livello III - II di prestazione (parr. S.1.3, S.1.4.1, S.1.4.2 e V.9.5.1)
Resistenza al fuoco	Livello III di prestazione (parr. S.2.3, S.2.4.3 e V.9.5.2)
Compartimentazione	Livello III di prestazione (parr. S.3.3, S.3.4.2 e V.9.5.3)
Esodo	Livello I di prestazione (parr. S.4.3, S.4.4.3 e V.9.5.4)
Gestione della sicurezza antincendio	Livello II di prestazione (parr. S.5.3, S.5.4.1 e V.9.5.5)
Controllo dell'incendio	Livello III di prestazione (parr. S.6.3, S.6.4.2 e V.9.5.6)
Rivelazione ed allarme	Livello IV di prestazione (parr. S.7.3, S.7.4.4 e V.9.5.7)
Controllo di fumi e calore	Livello II di prestazione (parr. S.8.3 e S.8.4.1)
Operatività antincendio	Livello III di prestazione (parr. S.9.3 e S.9.4.2)
Sicurezza degli impianti tecnologici	Livello I di prestazione (parr. S.10.3, S.10.4.1 e V.9.5.8)

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Ai sensi dell'Allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011, n. 151 l'attività in esame, superando le 30 persone, rientrerebbe nella classificazione di cui al punto 67.3.B.

Trattandosi, però, di un edificio tutelato ai sensi dell'art. 10 del d.lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 e s.m.i., destinato a contenere una delle attività soggette presenti nel citato Allegato, l'attività ricade nella classificazione di cui al punto 72.1.C che, in base all'art. 2 del Codice, esula dal campo di applicazione del medesimo.

Ai soli fini didattici, è stato applicato ugualmente il Codice come strumento di progettazione.

Riferimenti normativi

- d.m. 3 agosto 2015 - "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del d.lgs. 8 marzo 2006, n. 139" - Aggiornamento d.m. 18 ottobre 2019, come aggiornata dai decreti 14 febbraio 2020 e 6 aprile 2020 per la sezione V.

Obiettivi dello studio

Ci si propone, nell'ambito generale della progettazione antincendio dell'attività, di focalizzare l'attenzione sulla misura antincendio *Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio*, facendo ricorso alle *soluzioni conformi* suggerite dal Codice al par. S.10.4.1, avendo, nello specifico, l'obiettivo di **definire e descrivere lo spazio calmo** considerato luogo sicuro temporaneo in grado di soddisfare il requisito sopra descritto, ovvero la permanenza in sicurezza in attesa dell'esodo finale o dell'arrivo dei soccorritori.

Particolare attenzione sarà inoltre rivolta ai requisiti impiantistici richiesti che, a primo acchito, sembrano apparire poco chiaramente definiti dal punto di vista normativo.

Al fine di dimostrare il raggiungimento, ricorrendo alle *soluzioni conformi*, dell'unico livello di prestazione attribuibile (I), il progettista deve assicurare che gli impianti tecnologici e di servizio siano progettati, installati, verificati, eserciti e mantenuti a regola d'arte, in conformità alla regolamentazione vigente, secondo le norme applicabili (par. S.10.4.1 comma 1) e che i medesimi garantiscano gli obiettivi di sicurezza antincendio riportati al par. S.10.5 ed essere altresì conformi alle prescrizioni tecniche riportate al par. S.10.6 per la specifica tipologia dell'impianto (par. S.10.4.1 comma 2).

Inquadramento del progetto antincendio in riferimento alla misura S.10

Studio della problematica antincendio

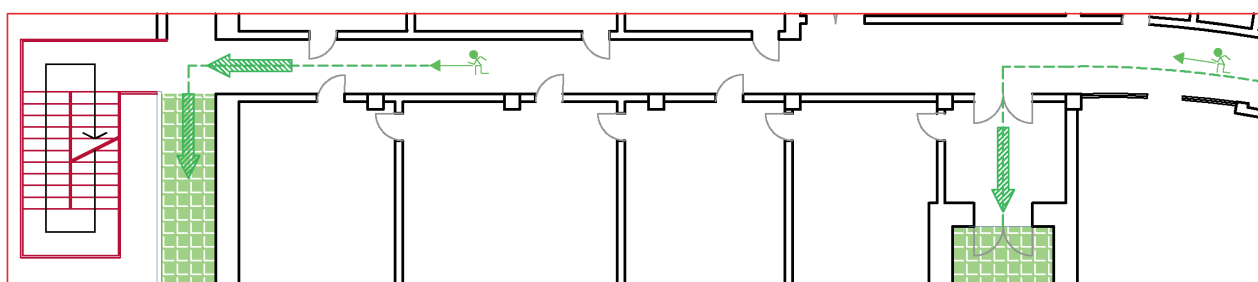
Nel caso studio n. 8 della pubblicazione “Progettazione della misura Esodo”, del quale di seguito si propone un sunto, ci si è proposto, nell’ambito generale della progettazione antincendio dell’attività, di focalizzare l’attenzione sulla misura antincendio esodo, facendo ricorso alle *soluzioni alternative* suggerite dal Codice (par. S.4.4.3), constatato che non è stato possibile dimostrare il raggiungimento del livello di prestazione attribuito mediante l’adozione di *soluzioni conformi*.

Progettazione dell’esodo

Rinviando alla pubblicazione “Progettazione della misura Esodo”, è stata verificata, tramite approccio prestazionale, la validità dell’adeguamento antincendio costituito dalle vie di esodo esistenti a servizio dell’attività in esame: due al piano rialzato e una, costituita dalla scala interna, che collega il piano primo direttamente con l’area verde esterna.

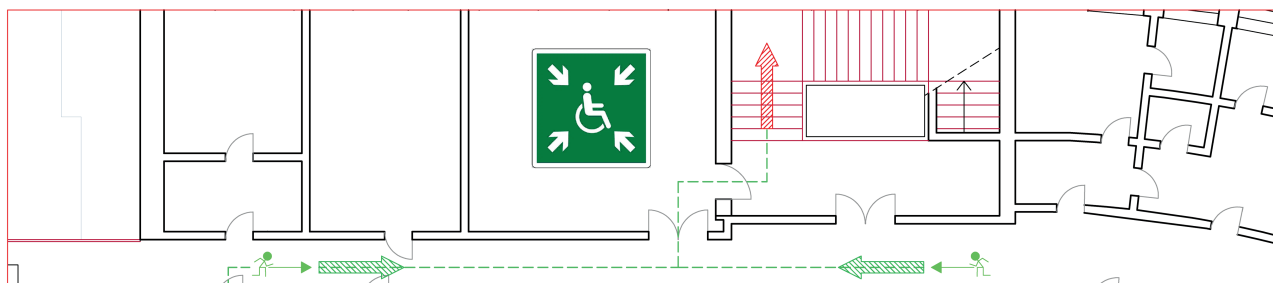
In particolare, le vie di esodo a servizio dell’asilo nido saranno rappresentate:

- al piano rialzato verso il portone di accesso e verso l’uscita laterale, vedi figura:



USCITE AL PIANO RIALZATO

- al piano primo dalla scala interna che conduce direttamente all’esterno dell’edificio e che, per la gestione dell’esodo, prevede lo *spazio calmo*¹⁹ individuato in figura:



SPAZIO CALMO IN COMUNICAZIONE DIRETTA CON LA VIA D'ESODO VERTICALE (PIANO PRIMO)

Riassumendo, in conformità ai parr. V.9.4 e S.4.9:

- al piano rialzato si adottano le indicazioni di cui al par. S.4.9 comma c: *esodo orizzontale* verso luogo sicuro mediante due vie di esodo indipendenti (le rampe all'esterno presentano una pendenza inferiore al 5%, vedi par. G.1.9.8;
- al piano primo si adottano le indicazioni di cui al par. S.4.9 comma a (per esclusione delle possibilità realizzative implicate dai commi b e c); necessita, pertanto, individuare uno *spazio calmo* che risponda ai requisiti richiamati al par. S.4.9.1. La soluzione progettuale conforme è stata individuata, come indicato nella figura precedente, realizzando lo *spazio calmo* a sinistra del corpo scala centrale la cui verifica dimensionale sarà effettuata di seguito.

¹⁹ Si sta ipotizzando, ovviamente, che lo spazio calmo sia correttamente progettato e che quindi, dall'istante in cui si chiuda la porta di separazione E30, in quanto l'ultimo occupante proveniente dal compartimento di primo innesco è transitato, ASET possa essere assumere un valore teoricamente infinito e, quindi, soddisfare la disequazione con RSET (par. M.3.2.2), senza necessità di modellare il tempo di esodo nel vano scala.

Soluzione conforme

Le prescrizioni del par. S.10.4.1 prevedono che:

1. Si ritengono conformi gli impianti tecnologici e di servizio progettati, installati, verificati, eserciti e mantenuti a regola d'arte, in conformità alla regolamentazione vigente, secondo le norme applicabili.
2. Tali impianti devono garantire gli obiettivi di sicurezza antincendio riportati al paragrafo S.10.5 ed essere altresì conformi alle prescrizioni tecniche riportate al paragrafo S.10.6 per la specifica tipologia dell'impianto.

Definizione degli obiettivi di sicurezza antincendio

3. Gli impianti tecnologici e di servizio di cui al paragrafo S.10.1 devono rispettare i seguenti obiettivi di sicurezza antincendio:
 - a. limitare la probabilità di costituire causa di incendio o di esplosione;
 - b. limitare la propagazione di un incendio all'interno degli ambienti di installazione e contigui;
 - c. non rendere inefficaci le altre misure antincendio, con particolare riferimento agli elementi di compartimentazione;
 - d. consentire agli occupanti di lasciare gli ambienti in condizione di sicurezza;
 - e. consentire alle squadre di soccorso di operare in condizioni di sicurezza;
 - f. essere disattivabili, o altrimenti gestibili, a seguito di incendio.
4. La gestione e la disattivazione di impianti tecnologici e di servizio, anche quelli destinati a rimanere in servizio durante l'emergenza, deve:
 - a. poter essere effettuata da posizioni protette, segnalate e facilmente raggiungibili;
 - b. essere prevista e descritta nel piano d'emergenza.

Nota Per l'operatività (capitolo S.9) sono previste specifiche prescrizioni in merito alle modalità di disattivazione degli impianti, compresi quelli destinati a funzionare durante l'emergenza.

Prescrizioni aggiuntive di sicurezza antincendio

Si applicano alle specifiche tipologie di impianti tecnologici e di servizio le prescrizioni tecniche di cui al par. S.10.6.1.

Definizione dello spazio calmo; descrizione del sistema di comunicazione da utilizzare

Il Cap.S.4, come è noto dedicato all'Esodo, specifica in premessa che la finalità del sistema d'esodo è di "assicurare che gli occupanti dell'attività possano raggiungere un luogo sicuro o permanere al sicuro, autonomamente o con assistenza, prima che l'incendio determini condizioni incapacitanti negli ambiti dell'attività ove si trovano".

Ma cosa si intende con "permanere al sicuro"? Quali prestazioni è necessario garantire?

L'articolo si pone proprio l'obiettivo di definire e descrivere lo *spazio calmo* considerato luogo sicuro temporaneo in grado di soddisfare il requisito sopra descritto, ovvero la permanenza in sicurezza in attesa dell'esodo finale o dell'arrivo dei soccorritori.

Particolare attenzione sarà inoltre rivolta ai requisiti impiantistici richiesti e non chiaramente definiti normativamente.

Il sistema d'esodo, definito e descritto al Cap. S.4, ha lo scopo non solo di assicurare la fuga e il raggiungimento di un luogo sicuro agli occupanti, ma anche quello di garantire l'eventuale permanenza degli stessi in sicurezza in un luogo definito e dalle precise caratteristiche, quale potrebbe anche essere lo *spazio calmo*.

Lo stesso par. S.4.9 "Eliminazione o superamento delle barriere architettoniche per l'esodo" al comma 1, lettera a, afferma che lo *spazio calmo* è uno dei "modi" per garantire agli occupanti, che non abbiano sufficienti abilità per raggiungere un luogo sicuro tramite vie di esodo verticali, di rimanere in attesa per i soccorsi verso luogo sicuro.

La prima definizione di *spazio calmo* è rintracciabile al par. G.1.9, ove viene definito come luogo sicuro temporaneo ove gli occupanti possono attendere e ricevere assistenza per completare l'esodo verso luogo sicuro.

La sua descrizione è invece inserita all'interno del Codice nell'ambito del par. S.4.9 sopra citato ed è relativa alle caratteristiche che uno *spazio calmo* deve avere in termini di configurazione fisica dello spazio stesso e di dotazioni, anche impiantistiche, necessarie.

Lo spazio calmo

In prima battuta, lo *spazio calmo*, per rispondere alla definizione di luogo sicuro temporaneo, dovrà avere le caratteristiche di un compartimento o di uno spazio scoperto dal quale poi raggiungere il luogo sicuro senza dover rientrare nel compartimento interessato dall'incendio.

Al contempo, lo stesso dovrà essere contiguo e comunicante con una via di esodo, o in essa inserito, senza costituire intralcio all'esodo.

Ne deriva quindi la soluzione più diffusa che prevede la realizzazione dello stesso o all'interno del filtro di piano o nel pianerottolo di piano della scala, aumentandone le dimensioni o ricavando un vano/rientranza nella muratura da destinare a tal scopo.

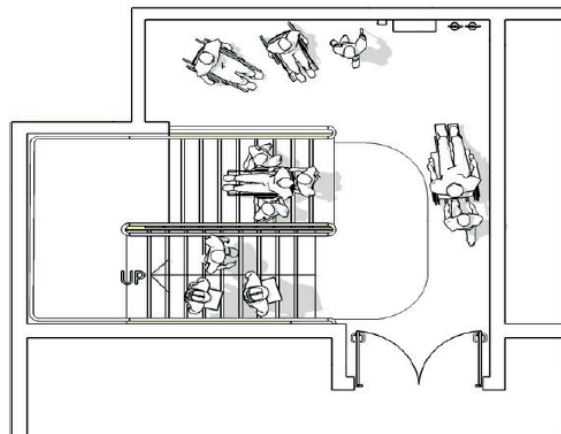


ILLUSTRAZIONE S.4-6: ESEMPIO DI SPAZIO CALMO (AREA OF RESCUE ASSISTANCE) SECONDO NORMA ISO 21542

La superficie da destinare allo *spazio calmo* dipende dalla valutazione del rischio condotta e dalla tipologia di occupante che si presuppone avrà necessità di ricorrere ad una protezione sul posto.

Tipologia	Superficie minima per occupante
Occupante deambulante	0,70 m ² /persona
Occupante su sedia a ruote	1,77 m ² /persona
Occupante allettato	2,25 m ² /persona
Alla superficie minima destinata agli occupanti devono essere aggiunti gli spazi di manovra necessari per l'utilizzo di eventuali ausili per il movimento (es. letto, sedia a ruote, ...).	

TABELLA S.4-36: SUPERFICI MINIME PER OCCUPANTE

A supporto possono essere inoltre presenti eventuali ausili all'esodo da impiegare per l'assistenza, quali sedia evacuchair (per scendere le scale, da non confondere con sedia a ruote o barella di evacuazione) e delle indicazioni sui comportamenti da tenere in attesa dell'arrivo dell'assistenza dei soccorritori.

Le indicazioni dovrebbero essere in un paio di lingue e in braille.

Altro requisito richiesto, di natura invece impiantistica, è la presenza di un "*sistema di comunicazione bidirezionale per permettere agli occupanti di segnalare la loro presenza e richiedere assistenza ai soccorritori*".

Il progettista impiantista, pertanto, si trova a dover definire quale sia la tipologia di impianto più idoneo in grado di assolvere all'obiettivo di garantire in qualsiasi condizione il collegamento fra lo *spazio calmo* e il centro di gestione delle emergenze.

Tale sistema, essendo considerato tra i requisiti che necessariamente devono essere previsti in uno spazio calmo, non trova tuttavia all'interno del Codice ulteriori approfondimenti che ne declinino le caratteristiche funzionali rimandando ad eventuale normativa di riferimento per la progettazione.

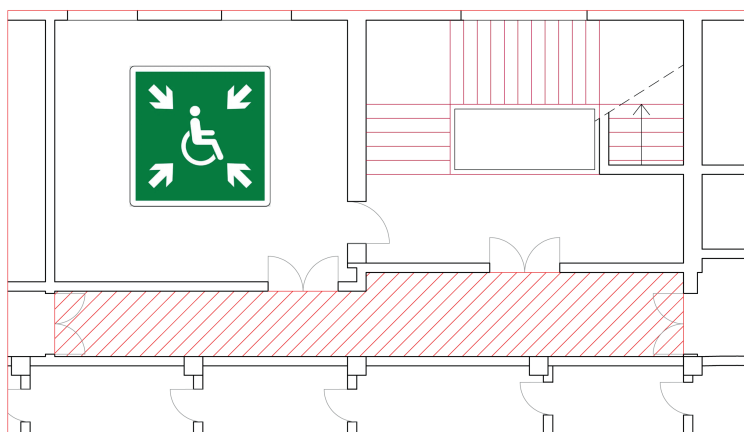
Il Codice, infatti, descrive il sistema e ne definisce le prestazioni legate agli obiettivi di sicurezza dello *spazio calmo*, demandando al progettista la scelta dell'architettura migliore per svolgere le funzioni di comunicazione bidirezionali richieste.

L'impianto di comunicazione bidirezionale rientra a pieno titolo nei sistemi di sicurezza e, quindi, dovrà essere documentato già all'atto della valutazione del progetto antincendio in conformità alle previsioni del par. G.2.10 "*Indicazioni generali per la progettazione di impianti per la sicurezza antincendio*", predisponendo la specifica di impianto.

Inoltre, il Codice, nel richiamare la conformità alla regola dell'arte, indica una norma tecnica di riferimento, prevede il ricorso alle norme italiane o comunitarie, in analogia, in questo caso, si ricorrerà alle norme esistenti a partire da quelle nazionali; pertanto, un sistema di comunicazione bidirezionale da utilizzare nello spazio calmo di un sistema d'esodo definito secondo le regole tecniche, nazionali ed internazionali, può considerarsi progettato in soluzione conforme.

Calcolo della superficie dello spazio calmo al piano primo

Nel caso in esame, in considerazione del punto 3 del par. V.9.4 della RTV Asili Nido, come detto, si è individuato uno *spazio calmo* come precedentemente indicato; la dinamica dell'esodo assistito degli utenti al primo piano (semidivezzi e divezzi) si ipotizza essere eseguita mediante ausili carrellati che consentono il trasporto contemporaneo, fino a sei bambini (peraltro, in commercio ne esistono anche con capienza fino a otto). Il personale presente, costituito da 15 educatrici e 12 assistenti, provvederà a supportare l'esodo attuando l'allontanamento progressivo, dai locali più vicini allo spazio inizialmente interessato dall'incendio fino allo *spazio calmo*, utilizzando al piano primo gli ausili carrellati per il trasferimento verso lo *spazio calmo*.



SPAZIO CALMO IN COMUNICAZIONE DIRETTA CON LA VIA D'ESODO VERTICALE (PIANO PRIMO)



Gli ausili, per dimensioni e spazi di manovra, risultano compatibili con la superficie dello *spazio calmo* individuato; infatti:

Piano primo		
Bambini	48	
Educatrici/Assistenti	8 + 6	
Coefficiente di affollamento	0,7 m ² /p	
Ingombro totale adulti		9,80 m²
Caratteristiche ausili carrellati		
Carrelli (ciascuno con 6 bambini)	8	
Dimensioni carrello 1,35 x 0,65 m	0,88 m ²	
Coefficiente spazi di manovra ²⁰	3,50	
Ingombro totale bambini		24,64 m²
Superficie minima dello spazio calmo		34,44 m²

DIMENSIONAMENTO SUPERFICIE MINIMA SPAZIO CALMO

Lo *spazio calmo* individuato risulta quindi idoneo, anche considerando le condizioni più gravose, essendo le dimensioni del locale pari a 35 m².

²⁰ È stato introdotto un coefficiente analogo a quello utilizzato nel Codice in tab. S.4-36 per gli occupanti su sedia a ruote

Il sistema di comunicazione bidirezionale

Nel prosieguo della trattazione si vuole approfondire la caratterizzazione e la definizione del sistema di comunicazione bidirezionale.

A tal proposito, facendo riferimento alla relativa vigente norma di buona tecnica, bisogna considerare le norme della serie IEC 62820 che descrivono i sistemi di intercomunicazione all'interno di un edificio e indicano le linee guida per il loro impiego.

Questa serie di norme aggiorna e sostituisce i contenuti della precedente norma EN 50486 "Apparecchiature per sistemi di citofonia e videocitofonia", introducendo la nuova famiglia dei sistemi interfonici ed indicandone prestazioni e funzionalità per il relativo campo di applicazione.

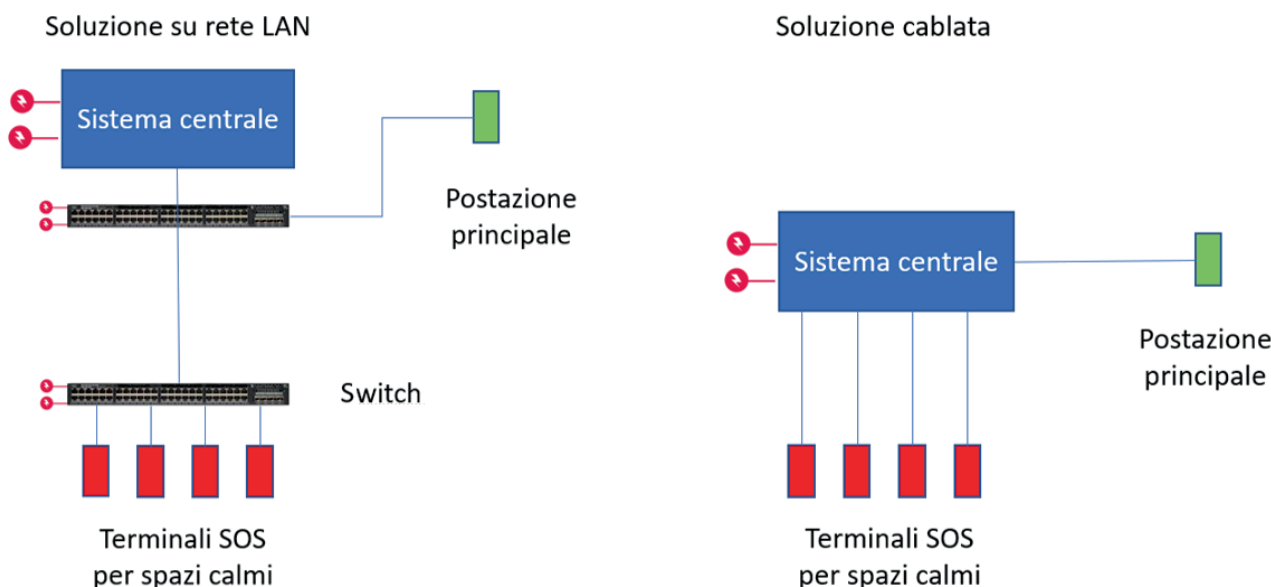
Ma per scegliere quale sistema di comunicazione utilizzare negli *spazi calmi* è opportuno, in prima analisi, definire quali prestazioni rispondono meglio alla necessità di garantire agli occupanti dello *spazio calmo* una pronta ed efficace segnalazione della loro presenza contestualmente alla richiesta di assistenza in qualsiasi condizione ambientale.

Il sistema di gestione, inoltre, dovrà prevedere una procedura secondo cui le persone diversamente abili siano assistite e accompagnate sino allo *spazio calmo* da un addetto al supporto dei disabili, in modo tale che lo stesso coadiuvi il disabile nella comunicazione.

In tal modo si supera la tematica relativa alle modalità di comunicazione rispondenti alle diverse tipologie di disabilità.

La scelta tra cablaggio attivo e passivo

A partire dalla tipologia di infrastruttura, la scelta tra un cablaggio attivo e uno passivo è la prima azione da compiere: da una parte l'utilizzo di diversi apparati attivi diffusi nell'edificio e dall'altra un sistema centrale, un concentratore.



TIPOLOGIE DI INFRASTRUTTURE DI CABLAGGIO: ATTIVO E PASSIVO

Anche se l'evoluzione della tecnologia permette di disporre di reti dati sempre più efficienti, veloci e prestanti, la soluzione su cablaggio passivo (ovvero tramite la connessione diretta con cavo tra terminali di comunicazione e sistema centrale) offre il vantaggio di dover garantire l'alimentazione del solo sistema centrale per alimentare l'intero impianto.

In questo modo tutti i terminali di emergenza dislocati nell'edificio non necessitano neanche dell'ausilio di altre apparecchiature attive per poter funzionare.

Come per altri sistemi di emergenza, una soluzione su infrastruttura di rete passiva garantisce maggiori livelli di sicurezza, costi inferiori sull'infrastruttura e minori costi di manutenzione della stessa.

Sarebbe preferibile, pertanto, un sistema di comunicazione e di sicurezza che lavori su cablaggio passivo, pur garantendo le massime prestazioni possibili in termini di servizi e qualità dell'audio.

Le caratteristiche

Trattandosi di un sistema di comunicazione e di sicurezza, è indispensabile che il sistema abbia prestazioni tali da garantire una comunicazione intellegibile in ogni situazione e condizione di rumorosità ambientale. A tal fine è preferibile che il sistema di comunicazione abbia caratteristiche specifiche ed evolute come:

- la gestione automatica e dinamica del volume in base al rumore di fondo;
- un elevato coefficiente di intellegibilità - Speech Transmission Index (STI) minimo superiore a 0,7;
- una qualità audio elevata;
- la capacità di effettuare comunicazioni in vivavoce in modalità Open Duplex;
- cancellazione del rumore di fondo basata su DSP;
- monitoraggio del collegamento sempre attivo;
- monitoraggio microfono-altoparlante.

Le funzioni

E ancora, il sistema di comunicazione e di sicurezza dovrebbe poter offrire servizi come:

- la gestione della priorità delle chiamate;
- la garanzia di comunicazioni rapide;
- l'identificazione del chiamante;
- la registrazione degli eventi, della apertura porte, delle attività programmate...
- la possibilità da parte dell'operatore in control room di poter avviare la verifica funzionale del sistema;
- ...

Sono tutte funzioni e servizi che possono essere fondamentali in alcune situazioni di emergenza (segnalazione di situazioni di pericolo, invio notifiche immediate dal responsabile del servizio di emergenza a tutti gli operatori ed utenti, invio istruzioni su come procedere in determinate situazioni e coordinamento degli interventi) o di attività quotidiana nell'edificio, pertanto la progettazione del sistema, richiedendo tali funzioni, può risultare fondamentale per garantire al sistema di raggiungere il proprio obiettivo.

Nei progetti in cui è necessario un livello di sicurezza maggiore, per garantire la gestione e la sorveglianza continua, il progettista potrebbe progettare il sistema di comunicazione e di sicurezza richiedendo configurazioni e servizi particolari come il monitoraggio automatico del funzionamento del tasto di chiamata di emergenza, l'integrazione con trasmissione dati bidirezionale sincrona con sistemi di sicurezza di terze parti (building management, videosorveglianza, diffusione sonora, controllo accessi, rilevazione fumi, antintrusione, sistema radio, telefonici), ecc..

Particolare attenzione dovrebbe inoltre essere posta sulla possibilità di garantire a chiunque di poter comunicare correttamente e quindi utilizzare terminali di comunicazione con amplificatori AFIL a induzione magnetica conformi alla norma IEC 60118-4, per la trasmissione di segnali audio per protesi acustiche predisposte, indicazione dello stato del microfono, indicazione dello stato tramite icone luminose.

L'esperienza vissuta in campo, anche durante le prove di evacuazione, dimostra che gli *spazi calmi*, in particolare negli edifici ad elevato sviluppo verticale, vengono utilizzati non solo dalle persone diversamente abili, ma anche da eventuali altri occupanti che, non volendo utilizzare le scale, abbandonano l'edificio ricorrendo all'ascensore antincendio e/o di soccorso attraverso la procedura che ne prevede il funzionamento con il supporto della squadra antincendio.

Tale circostanza comporta la possibilità di un sovra utilizzo del sistema di interconnessione che pertanto deve essere dotato di un sistema di prenotazione per priorità di chiamata interfacciando lo stesso sistema all'impianto di rivelazione incendi in modo che la priorità sia collegata nella prima fase dell'esodo al blocco critico e in cascata ai piani superiori dello stesso ed infine ai piani inferiori.

In particolari contesti è auspicabile che gli spazi calmi siano sorvegliati dal sistema TVCC facendo in modo che all'attivazione della chiamata dallo *spazio calmo* la visione dello stesso diventi, in automatico, immagine prioritaria fra quelle disponibili all'operatore del Centro di gestione delle emergenze.

Inoltre, cura e attenzione deve essere prestata alle interferenze con l'EVAC e/o con gli avvisatori acustici dell'impianto IRAI, pertanto, deve essere modulato il volume nei diffusori delle scale e o nei diffusori in vicinanza agli *spazi calmi*, al fine di non rendere difficile il dialogo e le comunicazioni.

L'alimentazione del sistema di sicurezza

Trattandosi di un sistema di sicurezza deve essere assicurata l'alimentazione di sicurezza, che potrebbe essere costituita da UPS per tutti i componenti che costituiscono il sistema prescelto in modo da garantire la funzionalità in caso di mancanza di energia elettrica da rete, risulta altresì evidentemente in analogia a quanto avviene per i sistemi IRAI, che i collegamenti di sistema siano realizzati con cavi resistenti al fuoco o con soluzioni che consentano di garantirne la protezione in caso di incendio.

I parametri igienico sanitari

Lo *spazio calmo*, oltre le caratteristiche legate a ridurre i tempi e le azioni di soccorso, deve garantire parametri igienico sanitari, in particolare ricambi d'aria, in coerenza con i tempi presumibili di permanenza nello stesso *spazio calmo* dalle persone che vi sostano prima di raggiungere autonomamente, o attraverso il ricorso all'azione dei soccorritori, il luogo sicuro esterno.

Risulta evidente che, nel caso in cui la garanzia di questo parametro sia affidata ad un sistema meccanico, lo stesso deve essere o ad esclusivo servizio oppure diramato a monte del sistema di intercettazione dell'impianto di ventilazione dell'intero edificio collegandolo ad una macchina dedicata.

Anche questo sistema è da considerarsi come un sistema di sicurezza.

Considerazioni a commento

❖ *Riepilogo sintetico del caso studio*

La progettazione inclusiva richiesta dal Codice richiede particolare cura anche nella progettazione ed installazione del sistema di comunicazione bidirezionale previsto, in soluzione conforme, in ogni spazio calmo a servizio del sistema d'esodo.

Il presente caso studio, nell'evidenziare i requisiti di sicurezza, la funzionalità e le prestazioni del sistema di comunicazione bidirezionale, offre una possibile architettura di realizzazione del sistema in accordo alle norme tecniche applicabili ed ai requisiti aggiuntivi previsti dal Codice.

❖ *Commento dei risultati*

In conclusione, per quanto riguarda i sistemi di comunicazione bidirezionale degli *spazi calmi* la norma tecnica di riferimento può essere la serie delle norme tecniche CEI-EN 62820 "Sistemi di intercomunicazione di edificio", in particolare le linee guida riportate nella parte 3-2 "Sistemi di intercomunicazione di edificio - Parte 3-2: Guida applicativa - Sistemi avanzati di intercomunicazione di edificio per fini di sicurezza (Advanced security building intercom systems - ASBIS)", in quanto è la norma più completa cui il progettista e conseguentemente l'installatore possono far riferimento.

A questa specifica tecnica, seguendo le indicazioni contenute nel par. G.2.10 relative alla progettazione di impianti per la sicurezza antincendio, al sistema di comunicazione bidirezionale devono essere attribuite prestazioni legate alla alimentazione necessaria anche in caso di mancanza della alimentazione ordinaria (alimentazione elettrica di sicurezza) oltre alla necessità di prevedere un cablaggio del sistema che abbia prestazioni di resistenza al fuoco che possono essere ottenute mediante caratteristiche intrinseche dei cavi (cavi resistenti al fuoco per costruzione) o attraverso condizioni di posa in opera della condotta.

Inoltre, è fondamentale che tale sistema di comunicazione bidirezionale, affinché garantisca efficacemente la sua funzione, sia opportunamente considerato sia nella GSA in condizioni ordinarie, con manutenzioni, prove di utilizzo, attuazione di semplici procedure operative, ecc., sia in condizioni di emergenza, dal momento che richiede la comunicazione con il Centro di Gestione delle Emergenze, comunque esso sia, per garantire la bidirezionalità.

Caso studio 2: Aree a rischio specifico nell'ambito di un magazzino automatico

Descrizione

Il presente caso studio fa riferimento a quello riportato al n. 5 della pubblicazione, facente parte della presente Collana, denominata "Gestione della sicurezza e operatività antincendio".

Trattasi di un magazzino, situato all'interno di un complesso industriale esteso ed articolato, assoggettabile all'attività 70.2.C dell'allegato I al d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151, come di seguito meglio specificato.

Il citato caso studio proponeva una *soluzione alternativa* per risolvere il problema della resistenza al fuoco della struttura, realizzata in carpenteria metallica.

Tale soluzione passava attraverso l'attribuzione di un livello di prestazione differente da quello proposto al Cap. S.2, come consentito dal comma 4 del par. G.2.6.4.

Sostanzialmente, nell'esempio si dimostrava il raggiungimento degli obiettivi di sicurezza antincendio, impiegando uno dei metodi di progettazione della sicurezza antincendio previsti al par. G.2.7, e ci si poneva l'obiettivo di verificare che fosse garantita:

- la sicurezza degli occupanti durante l'esodo, pur ammettendo il crollo della struttura a seguito dell'incendio;
- la sicurezza delle squadre di soccorso, pur ammettendo il crollo della struttura a seguito dell'incendio.

Per dimostrare il raggiungimento degli obiettivi di sicurezza antincendio si proponeva quindi una *soluzione alternativa*, in cui (come consentito dal comma 4 del par. G.2.6.4) per quanto riguarda il Cap. S.2 si attribuiva il livello di prestazione I, diverso rispetto a quello proposto (livello di prestazione II) dalla tabella S.2-2.

Tale *soluzione alternativa* aveva come caposaldo l'impiego della **gestione della sicurezza antincendio e operatività antincendio di tipo avanzato**, attraverso l'applicazione di tutte le soluzioni progettuali conformi del livello di prestazione III per il Cap. S.5 e del livello di prestazione IV per il Cap. S.9, ma, in aggiunta ad esse, venivano implementate delle soluzioni progettuali supplementari, di seguito riassunte per sommi capi:

- la realizzazione di una modellazione termofluidodinamica dell'incendio (con la quale si valutava il tempo di intervento dell'impianto IRAI di tipo automatico nei vari scenari di incendio);
- l'esecuzione di prove sperimentali in scala reale, finalizzate a riprodurre ed analizzare dal vero l'esodo degli occupanti in caso di allarme incendio;
- la presenza esclusiva di personale interno formato o di persone esterne costantemente accompagnate da personale formato;
- l'esecuzione di prove sperimentali in scala reale, finalizzate a riprodurre ed analizzare dal vero il tempo d'intervento della squadra dei Vigili del Fuoco aziendali presente H24 su quattro turni.

Si ipotizza, ora, che all'interno dell'area del complesso industriale si debba aggiungere una sezione produttiva, con la conseguenza di generare due nuove attività secondarie (27.1.B e 74.3.C) oltre la principale (70.2.C).

La parte principale dell'edificio adibita a magazzino automatico, monopiano, è realizzata con struttura in carpenteria metallica.

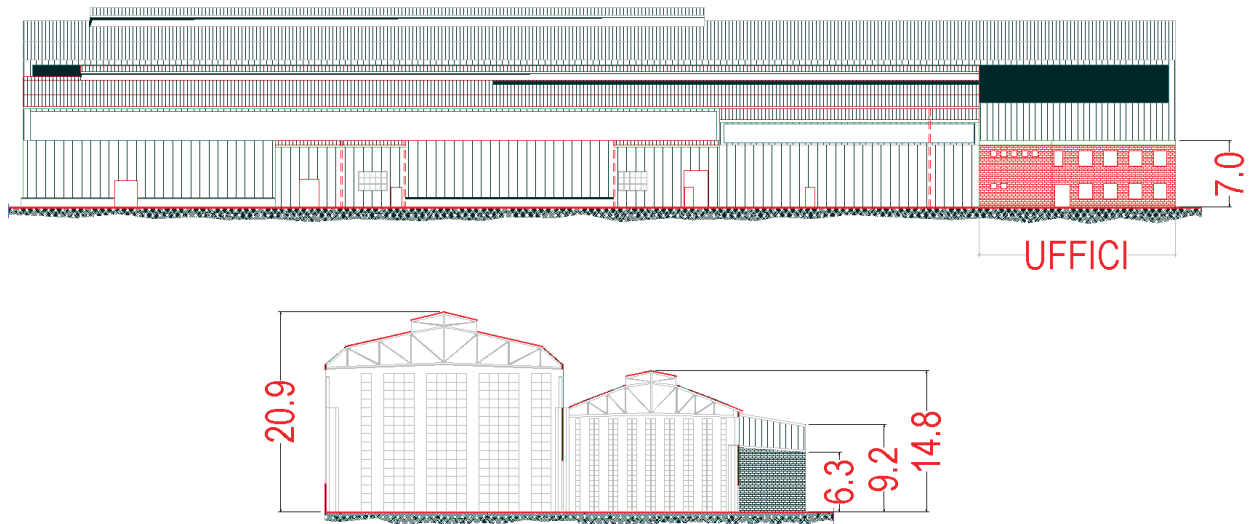
Una porzione dell'edificio, realizzata con struttura in calcestruzzo armato, è adibita agli uffici pertinenti al magazzino ed ha due piani fuori terra (piano terra e piano primo).

Si evidenzia che la *soluzione alternativa* adottata per il magazzino non crea problemi a tale altra opera da costruzione, con presenza di occupanti, potenzialmente interessata dal crollo del magazzino.

Pur essendo inserito all'interno di un esteso complesso industriale, tutto l'edificio è isolato rispetto ad altre opere da costruzione.

La distanza rispetto ad altre opere da costruzione rispetto al confine dell'area su cui sorge l'attività medesima è superiore all'altezza massima dell'edificio.

Nel prospetto e nella sezione seguenti, viene riportato uno dei fronti dell'edificio e la sezione trasversale per poterne valutare l'altezza e le caratteristiche della struttura.



PROSPETTO LATERALE E SEZIONE DELL'EDIFICIO ADIBITO A MAGAZZINO INDUSTRIALE

Le nuove attività secondarie (27.1.B e 74.3.C) sono inserite nell'area Nord-Est del magazzino.

Considerato che alla misura S.2 è stato attribuito un livello di prestazione I, non è richiesta all'opera da costruzione alcuna prestazione minima di capacità portante in condizioni di incendio, o di compartimentazione interna.

Il generatore di vapore, di tipo industriale, inoltre, non può essere compartimentato in maniera efficace, considerata la propria integrazione impiantistica all'interno della linea di processo.

Di seguito saranno meglio illustrati i dettagli della localizzazione del generatore.

Per tali motivi il locale ove sarà installato il generatore di vapore (attività 74.3.C), potenza termica pari a 6200 kW, non sarà compartimentato rispetto al resto del fabbricato, ma risulterà comunque separato da esso tramite un setto in muratura non continuo, al fine di limitare la propagazione per irraggiamento di un eventuale incendio dal locale generatore di vapore verso il reparto o viceversa.

Il silos contenente amido (attività 27.1.B), capacità pari a 100 m³, sarà esterno alla costruzione, ad una distanza minima di 10 m da essa (altezza del silos: 6 m)

La centralina di decompressione gas metano risulterà ubicata in una costruzione separata dall'edificio.

Per le tre aree a rischio specifico, attesa la presenza di sostanze infiammabili allo stato gassoso e di polveri, si procederà alla valutazione ATEX secondo il Cap. V.2 (non esplicitata nel presente caso studio).

Dati salienti e attribuzione dei livelli di prestazione:

Superficie totale del magazzino	S = 5275 m ²
Apparecchiatura costruttiva	Strutture portanti in carpenteria metallica
Numero addetti	10 (non è prevista la presenza di persone esterne non accompagnate, né di persone disabili)
Materiale presente	Materiale vario in deposito, prevalentemente di tipo metallico, supportato da pallet in legno
Profilo di rischio R _{vita}	A3 (par. G.3.2.1)
Profilo di rischio R _{beni}	1 (par. G.3.3)
Reazione al fuoco	Livello I di prestazione (par. S.1.3 e par. S.1.4)
Resistenza al fuoco	Livello di prestazione I (attribuito dimostrando il raggiungimento degli obiettivi di sicurezza, comma 4 par. G.2.6.4)
Compartimenti antincendio	Livello II di prestazione (par. S.3.2) Il capannone costituisce un unico compartimento
Esodo	Livello I di prestazione (par. S.4.2)
Gestione della sicurezza antincendio	Livello III di prestazione (par. S.5.2 e par. S.5.4)
Controllo dell'incendio	Livello III di prestazione (par. S.6.2 e S.6.8) unica rete antincendio che serve i tre capannoni
Rivelazione ed allarme	Livello IV di prestazione (par. S.7.2 e S.7.4.4)
Controllo di fumi e calore	Livello II di prestazione (par. S.8.3 e par. S.8.4.1)
Operatività antincendio	Livello IV di prestazione (par. S.9.2 e par. S.9.4.3)
<i>Squadra interna emergenza</i>	<i>Squadra Vigili del Fuoco aziendali²¹ presente H24</i>
Sicurezza degli impianti tecnologici	Livello I di prestazione (par. S.10.3 e par. S.10.4.1)

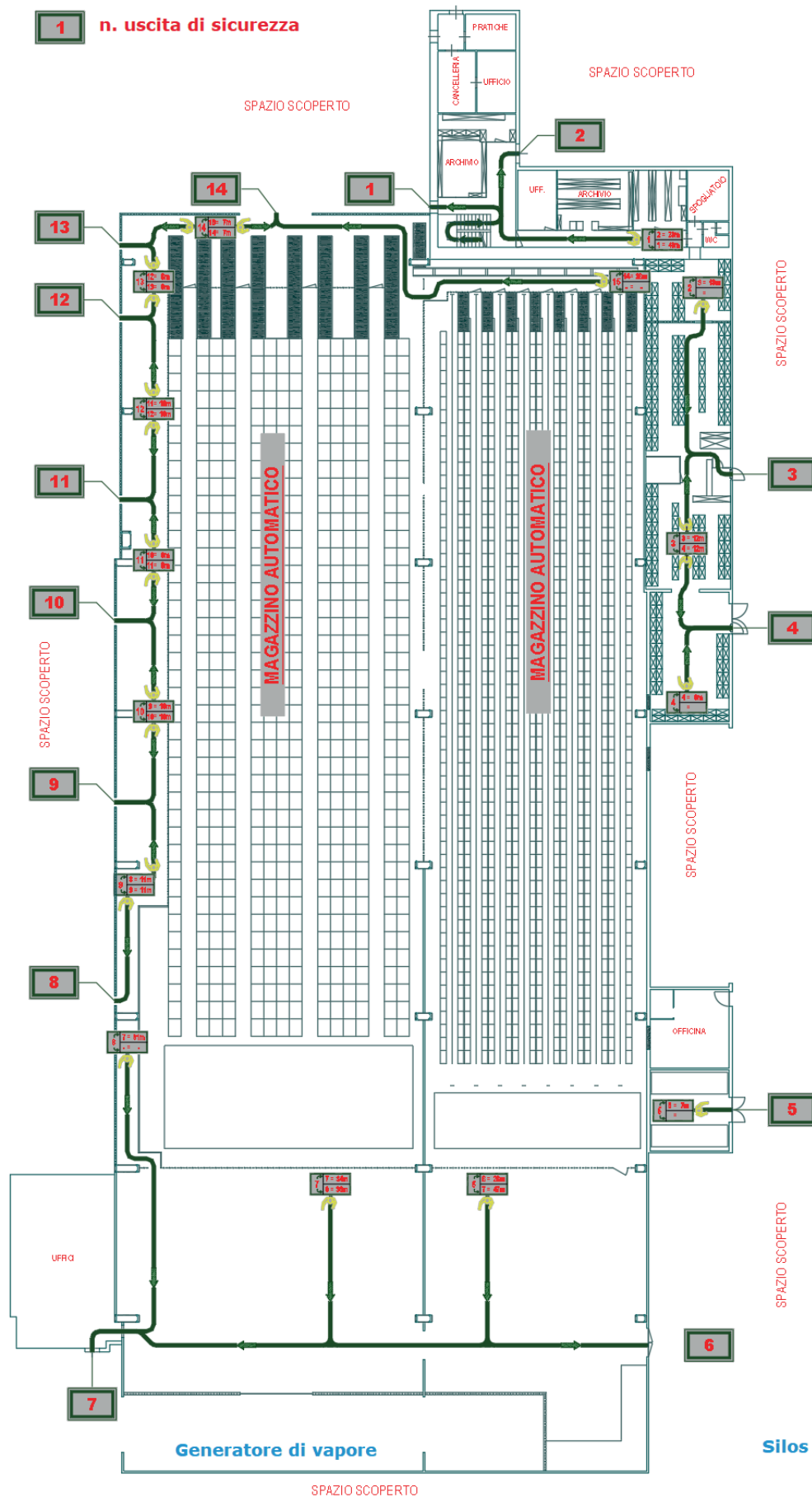
La prioritaria e necessaria valutazione del rischio incendio sarà omessa per brevità.

I profili di rischio sono determinati secondo la metodologia di cui al capitolo G.3.

In relazione alla tipologia costruttiva dei capannoni (costruzioni in carpenteria metallica), alla tipologia di lavorazione e ai materiali presenti in ciascun capannone (ricambi meccanici realizzati prevalentemente in materiale metallico, supportati su pallet in legno), si è calcolato carico di incendio specifico q_f tramite il software ClaRaf 3.0 stimando le quantità di materiali combustibili presenti (imballaggi in cartone e plastica, legno dei pallet).

Tale valore è risultato pari a 1050 MJ/m².

²¹ Personale appositamente assunto, che svolge mansioni esclusive, dotato di apposite strutture e automezzi di pronto intervento, formato dal C.N.VV.F.; la qualifica è diversa rispetto a quella delle comuni squadre aziendali di pronto intervento composte, invece, da lavoratori normalmente adibiti ad altre mansioni ed addestrati per le semplici operazioni di primo soccorso.



PLANIMETRIA DELL'EDIFICIO ADIBITO A MAGAZZINO INDUSTRIALE

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Trattasi di attività, classificata al punto 70.2.C dell'allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151: "Locali adibiti a depositi con quantitativi di merci e materiali combustibili superiori complessivamente a 5000 kg, di superficie lorda superiore a 3000 m²".

Come detto, all'interno della citata attività principale si ipotizza, nel presente caso studio, l'esistenza di due attività secondarie trattate come *aree a rischio specifico* inerenti ad un generatore di vapore ed un silos di stoccaggio dell'amido:

- 74.3.C - Impianti per la produzione di calore alimentati a combustibile solido, liquido o gassoso con potenzialità superiore a 700 kW;
- 27.1.B - Depositi di cereali e di altre macinazioni, con quantitativi in massa da 50.000 a 100000 kg.

Riferimenti normativi

- d.m. 3 agosto 2015 - "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del d.lgs. 8 marzo 2006, n. 139" - Aggiornamento d.m. 18 ottobre 2019, come aggiornata dai decreti 14 febbraio 2020 e 6 aprile 2020 per la sezione V.

Obiettivi dello studio

Ci si propone, nell'ambito generale della progettazione antincendio dell'attività, di focalizzare l'attenzione sulla misura antincendio *Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio*, in particolare facendo riferimento a quanto indicato al comma 2 del par. S.10.1 *"Per gli impianti tecnologici e di servizio inseriti nei processi produttivi dell'attività il progettista effettua la valutazione del rischio di incendio e prevede adeguate misure antincendio di tipo preventivo, protettivo e gestionale. Tali misure devono essere in accordo con gli obiettivi di sicurezza riportati al par. S.10.5"*.

Più precisamente, essendo emerso dalla valutazione del rischio incendio, effettuata a seguito dell'introduzione delle due nuove attività secondarie, che risulta necessario, ai fini della sicurezza antincendio, considerare anche (par. S.10.1.1) gli impianti per la produzione di calore e il deposito di amidi, sulla base delle lett. a. e c. del comma 2 del par. V.1.1, s'intende proporre una *soluzione conforme* inerente le due citate nuove attività che, non presentando una specifica RTV di riferimento, possono essere trattate come *aree a rischio specifico*.

Inquadramento del progetto antincendio in riferimento alla misura S.10

Considerato il disposto della lett. c del comma 2 del par. V.1.1, è necessario rispettare le prescrizioni di cui al par. S.10.4.1.

Definizione degli obiettivi di sicurezza antincendio

1. Gli impianti tecnologici e di servizio di cui al paragrafo S.10.1 devono rispettare i seguenti obiettivi di sicurezza antincendio:
 - a. limitare la probabilità di costituire causa di incendio o di esplosione;
 - b. limitare la propagazione di un incendio all'interno degli ambienti di installazione e contigui;
 - c. non rendere inefficaci le altre misure antincendio, con particolare riferimento agli elementi di compartimentazione;
 - d. consentire agli occupanti di lasciare gli ambienti in condizione di sicurezza;
 - e. consentire alle squadre di soccorso di operare in condizioni di sicurezza;
 - f. essere disattivabili, o altrimenti gestibili, a seguito di incendio.
2. La gestione e la disattivazione di impianti tecnologici e di servizio, anche quelli destinati a rimanere in servizio durante l'emergenza, deve:
 - a. poter essere effettuata da posizioni protette, segnalate e facilmente raggiungibili;
 - b. essere prevista e descritta nel piano d'emergenza.

Prescrizioni aggiuntive di sicurezza antincendio

Per il deposito amidi si applicano le prescrizioni tecniche di cui al par. S.10.6.7.

Normativa applicabile alle due nuove attività secondarie

Le due nuove attività, non presentando una propria RTV, verranno trattate come *aree a rischio specifico*; in dettaglio si illustrano, in funzione delle specificità delle medesime, le motivazioni di tale scelta.

Il generatore di vapore (attività 74.3.C) non rientra nel campo di applicazione del d.m. 8 novembre 2019²², in quanto al comma 2 dell'art. 1 è previsto che:

2. Il presente decreto non si applica a:

- a. impianti realizzati specificatamente per essere inseriti in cicli di lavorazione industriale;
- b. impianti di incenerimento;
- c. impianti costituiti da stufe catalitiche;
- d. impianti costituiti da apparecchi di tipo A ad eccezione di quelli per il riscaldamento realizzati con diffusori radianti ad incandescenza.

Il comma 5 dell'art. 2 del Codice permette l'applicazione del medesimo, *a titolo di riferimento*, anche alle attività che non rientrano nei limiti di assoggettabilità previsti nell'allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011, n. 151, o che non siano elencate nel medesimo allegato, in quanto prescrive:

- 5. *Le norme tecniche di cui all'art. 1, comma 1, possono essere di riferimento per la progettazione, la realizzazione e l'esercizio delle attività che non rientrano nei limiti di assoggettabilità previsti nell'allegato I del decreto del Presidente della Repubblica 1° agosto 2011, n. 151, o che non siano elencate nel medesimo allegato.*

In conclusione, essendo l'attività in questione un impianto realizzato specificatamente per essere inserito in cicli di lavorazione industriale, non si applica la norma tecnica per i generatori di calore (d.m. 8 novembre 2019).

Per tale motivo, estendendo il criterio del punto 5 dell'art. 2 del Codice anche alle attività prive di specifica normativa tecnica, nel presente caso studio, il Codice è stato preso a riferimento anche per l'attività 74.3.C.

Il generatore di vapore (attività 74.3.C) può essere quindi individuato come *area a rischio specifico* in quanto rientrante alla lett. c. del comma 2 del par. V.1.1, "aree in cui vi è presenza di impianti o loro componenti rilevanti ai fini della sicurezza antincendio di cui al capitolo S.10".

Nemmeno il silos di stoccaggio dell'amido (attività 27.1.B) rientra nel campo di applicazione del Codice (comma 1 dell'art. 2).

Tale attività può comunque essere individuata alla lett. a. del comma 2 del par. V.1.1, ovvero può essere censita tra le *aree a rischio specifico* in quanto catalogabile fra le "aree in cui si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose, materiali combustibili, in quantità significative".

Entrambe le attività secondarie sopra menzionate saranno quindi trattate come *aree a rischio specifico*, per cui di seguito sarà applicata la RTV V.1 *Aree a rischio specifico* per la loro progettazione dal punto di vista antincendio.

²² Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la realizzazione e l'esercizio degli impianti per la produzione di calore alimentati da combustibili gassosi.

Strategia antincendio RTV V.1 (par. V.1.2)

Di seguito viene applicata la RTV V.1 Aree a rischio specifico alle due attività secondarie in questione. In particolare, si riportano i vari punti del par. "V.1.2 Strategia antincendio" e le corrispondenti soluzioni progettuali adottate.

1. *Per la valutazione del rischio e delle caratteristiche delle aree a rischio specifico, devono essere considerate almeno le informazioni desumibili dalle seguenti documentazioni:*
 - a. *schede di sicurezza di sostanze o miscele pericolose;*
 - b. *norme applicabili;*
 - c. *specifiche e manuali dei fabbricanti degli impianti e delle macchine.*

All'interno dell'attività in esame, vi sarà la presenza di un silos dalla capacità pari a 100 m³ contenente amido (attività 27.1.B) ed un generatore di vapore alimentato a gas metano con potenza termica pari a 6200 kW (attività 74.3.C).

Sia il silos, che il generatore di vapore possiedono la marcatura CE, secondo la "Direttiva Macchine".

Il generatore di vapore sarà alimentato tramite una rete gas di stabilimento interrata, esercita ad una pressione di 5 bar, che pertanto non costituirà attività antincendio.

A monte della rete gas di stabilimento, vi sarà una centralina di decompressione gas metano, ubicata in un apposito locale distante dall'edificio.

2. *In relazione alle risultanze della valutazione del rischio di incendio ed alle caratteristiche delle aree a rischio specifico, il progettista valuta, almeno, l'applicazione delle seguenti misure:*
 - a. *inserimento delle aree a rischio specifico in compartimenti distinti per ambiti aventi caratteristiche di rischio omogenee, interposizione di distanze di separazione, riduzione delle superfici lorde di compartimento, ubicazione fuori terra o su piani poco interrati;*

Per l'edificio in esame, dato che è stato attribuito il livello di prestazione I per la misura S.2, non è richiesta all'opera da costruzione alcuna prestazione minima di capacità portante in condizioni di incendio, o di compartimentazione interna.

Si ribadisce che il generatore di vapore, di tipo industriale, non può essere inoltre compartimentato in maniera efficace, considerata la sua integrazione impiantistica all'interno della linea di processo.

Il generatore, infatti, risulta parte integrante della linea di processo, che si sviluppa tra il locale indicato in planimetria con la dicitura "generatore di vapore" e gli spazi interni adiacenti.

Tali spazi sono separati dal suddetto locale da un setto in muratura, che non risulta continuo, in quanto viene attraversato fisicamente dalla linea di processo, che crea un varco di dimensioni 4 x 5 m all'interno di esso.

Per tali motivi il locale ove sarà installato il generatore di vapore non sarà compartimentato rispetto al resto del fabbricato, ma risulterà comunque separato da esso tramite un setto in muratura non continuo, al fine di limitare la propagazione per irraggiamento di un eventuale incendio dal locale generatore di vapore verso il resto del reparto o viceversa.

Il silos risulta esterno alla costruzione, installato ad una distanza minima di 10 m da essa (altezza del silos: 6 m) pertanto, non si ravvisano pericoli di effetto domino in caso di crollo del silos in direzione del fabbricato. La centralina di decompressione gas metano risulterà ubicata in una costruzione separata dall'edificio adibito prevalentemente a deposito di materiale metallico.

- b. *controllo dell'incendio con livello di prestazione III (capitolo S.6);*

Tutto l'edificio sarà servito da una rete idranti a protezione interna ed esterna, con manichette UNI 45 ed UNI 70 all'esterno.

Per tale motivo sia il locale ove sarà installato il generatore di vapore che il silos saranno dotati di controllo dell'incendio con livello di prestazione III (misura S.6).

La centralina di decompressione gas metano non sarà dotata di idranti, in quanto per il gas non è opportuno spegnere la fiamma, ma intercettare il gas all'origine tramite una valvola di radice, per evitare fughe di gas incombusto dove si è originata la perdita.

- c. *installazione di sistemi manuali o automatici di inibizione, controllo o estinzione dell'incendio a bordo macchina per la protezione specifica degli impianti e delle apparecchiature a rischio specifico di incendio;*

In base alla valutazione del rischio, essendo presente l'impianto IRAI di tipo automatico e la squadra dei Vigili del Fuoco aziendali presente H24 su quattro turni, per le aree a rischio specifico in questione non sarà prevista

l'installazione di sistemi manuali o automatici di inibizione, controllo o estinzione dell'incendio a bordo macchina per la protezione specifica degli impianti e delle apparecchiature a rischio specifico di incendio. Di tale aspetto si preoccupa anche la marcatura CE, tramite la Direttiva Macchine, all'interno della quale esiste la specifica normativa armonizzata UNI EN ISO 19353:2019 Sicurezza del macchinario - Prevenzione e protezione contro l'incendio.

d. installazione di un impianto IRAI con livello di prestazione III (capitolo S.7);

Tutto l'edificio sarà dotato di rilevazione automatica di incendio, rispondente alla norma UNI 9795.

Il locale ove sarà installato il generatore di vapore sarà dotato di un impianto IRAI con livello di prestazione IV (Cap. S.7) e controllo dell'incendio con livello di prestazione III (Cap. S.6).

I rilevatori saranno di tipo "rilevatori di fumo", associati a "rivelatori di fiamma" in vicinanza del generatore.

Sarà inoltre previsto un impianto di rivelazione gas, con sistemi di sicurezza asserviti, con consenso di tipo manuale (vedi punto successivo, es.: elettrovalvole con necessità di consenso dell'operatore, che limitino progressivamente l'adduzione di gas metano al generatore di vapore).

Dato che per il resto dell'edificio è stata realizzata una serie di simulazioni termofluidodinamiche per valutare il tempo di intervento dell'impianto IRAI di tipo automatico, per il locale generatore di vapore verrà aggiunto uno specifico scenario di incendio.

e. installazioni di sistemi a bordo macchina per il rilevamento automatico di anomalie o guasti che comportino la deviazione dai parametri di funzionamento ordinario degli impianti e delle attrezzature di processo, con le funzioni automatiche di allarme ed intercettazione delle alimentazioni elettriche e dei fluidi pericolosi;

Per le aree a rischio specifico sarà prevista l'installazione di un sistema a bordo macchina che rilevi automaticamente anomalie legate alla temperatura del vapore e/o alla pressione del gas metano in ingresso. Data la particolare conformazione del generatore di vapore, una eventuale interruzione automatica di alimentazione elettrica e/o di alimentazione del gas metano potrebbe generare meccanismi di instabilità pericolosi per la macchina e per le persone.

Gli allarmi legati ad anomalie ed a guasti verranno quindi riportati ad una postazione presidiata, dalla quale l'operatore attiverà manualmente le operazioni previste in caso di allarme, con conseguente interruzione progressiva dell'alimentazione elettrica e del gas metano.

Il tutto viene meglio specificato ed illustrato nella GSA relativa all'intera attività, descritta nella relazione di progetto, qui omessa per brevità.

f. effettuazione della valutazione del rischio per atmosfere esplosive (capitolo V.2);

Sia per il silos, sia per il generatore di vapore, sia per la centralina di decompressione è stata effettuata la valutazione ATEX secondo la V.2, omessa per brevità nel presente caso studio.

g. adozione di accorgimenti impiantistici e costruttivi per limitare e confinare i rilasci di sostanze o miscele pericolose;

Il generatore di vapore e la centralina di decompressione saranno dotate di valvole di intercettazione dell'alimentazione di gas (tali misure si sono rese necessarie in esito alla valutazione ATEX).

h. adozione di accorgimenti per limitare l'impatto esterno di eventuali rilasci di sostanze o miscele pericolose;

Per le aree a rischio specifico in questione sarà prevista l'adozione di elettrovalvole a controllo manuale per limitare l'impatto esterno di eventuali rilasci di sostanze o miscele pericolose.

i. adozione di sistemi di rilevazione ed allarme, di procedure gestionali per la sorveglianza ed il controllo dei parametri critici dei processi;

Per le aree a rischio specifico in questione saranno previste procedure gestionali per la sorveglianza ed il controllo dei parametri critici di processo (pressione del gas metano e temperatura del vapore), vedi punto e). Il tutto viene meglio specificato ed illustrato nella GSA relativa all'intera attività, descritta nella relazione di progetto e qui omessa per brevità.

j. formazione, informazione ed addestramento degli addetti alla gestione delle lavorazioni e dei processi pericolosi;

Per le *aree a rischio specifico* in questione saranno previste formazione, informazione ed addestramento del personale addetto alla gestione delle lavorazioni e dei processi pericolosi.

I componenti della squadra dei Vigili del Fuoco aziendali hanno ricevuto una specifica formazione all'assunzione, che viene integrata regolarmente con delle esercitazioni effettuate ogni 6 mesi e con dei corsi di aggiornamento ogni 3 anni.

k. disponibilità di specifiche attrezzature di soccorso, dispositivi di protezione collettiva e individuale;

Per le *aree a rischio specifico* in questione saranno previsti specifici dispositivi di protezione individuale per la squadra degli addetti antincendio (materiale per la squadra dei Vigili del Fuoco aziendali: DPI di tipo pompieristico, con indumenti di protezione contro il calore e la fiamma), ai fini dell'effettuazione di un tentativo di spegnimento di un eventuale incendio.

3. *Nel caso di compartimentazione multipiano dell'attività (capitolo S.3), le aree a rischio specifico devono comunque essere inserite in compartimento distinto.*

Per le *aree a rischio specifico* in questione non sarà prevista la compartimentazione multipiano.

4. *Le risultanze della specifica valutazione del rischio e le relative misure preventive, protettive e gestionali adottate devono essere considerate ai fini della gestione della sicurezza dell'attività (capitolo S.5).*

Le risultanze della specifica valutazione del rischio e le relative misure preventive, protettive e gestionali adottate saranno considerate ai fini della gestione della sicurezza dell'attività (Cap. S.5), conformemente a quanto riportato nel programma per l'attuazione della gestione della sicurezza antincendio, richiesto dal capitolo M.1.8.

Tale documento viene richiesto dal Codice, poiché è stata utilizzata una soluzione alternativa che impiega i metodi di progettazione della sicurezza antincendio del par. G.2.7.

Considerazioni a commento

❖ *Riepilogo sintetico del caso studio*

Nel presente caso studio è stata verificata la progettazione della misura S.10, illustrando le connessioni con la RTV V.1, per due nuove attività (secondarie) soggette al controllo di prevenzione incendi, non rientranti nel campo di applicazione del Codice.

In particolare, dato che il generatore di vapore è un impianto realizzato specificatamente per essere inserito in cicli produttivi di lavorazione industriale, non si applica la norma tecnica per i generatori di calore (d.m. 8 novembre 2019).

Per tale motivo, estendendo il criterio del punto 5 dell'art. 2 del Codice anche alle attività prive di specifica normativa tecnica, nel presente caso studio, il Codice è stato preso a riferimento anche per l'attività 74.3.C. Anche il silos di stoccaggio dell'amido (attività 27.1.B) non rientra nel campo di applicazione del Codice (comma 1 dell'art. 2).

Tale attività può comunque essere individuata alla lett. a. del comma 2 del par. V.1.1, ovvero può essere censita tra le *aree a rischio specifico* in quanto catalogabile fra le "aree in cui si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose, materiali combustibili, in quantità significative".

Le due nuove attività, non presentando una propria RTV al di fuori del Codice, sono state trattate come *aree a rischio specifico*, per cui è stata applicata la RTV V.1 *Aree a rischio specifico* per la loro progettazione dal punto di vista antincendio, che, a seguito di una specifica valutazione del rischio da parte del professionista, fornisce i punti salienti per la valutazione delle misure da applicare.

❖ *Commento dei risultati*

Il caso esaminato è significativo, in quanto si evidenzia come la RTV V.1 *Aree a rischio specifico* sia un valido strumento per la trattazione delle aree che presentano caratteristiche particolari rispetto al resto dell'attività. Infatti, nei vari punti della RTV emergono le criticità impiantistiche peculiari delle applicazioni del Codice alle attività industriali, oppure di particolari zone critiche riferite alle attività civili.

Si ricorda, come meglio approfondito nei casi successivi, che non si può prescindere dall'eventuale marcatura CE delle macchine presenti secondo la Direttiva Macchine. Se le macchine sono di recente costruzione e recano la marcatura CE, tale conformità garantisce che queste siano state progettate secondo norme armonizzate, tra le quali si ricorda la UNI EN ISO 19353:2019, che entra nello specifico dei metodi per identificare i pericoli di incendio derivanti dal macchinario e per eseguire una valutazione del rischio.

Da quanto sopra, ne deriva che se un macchinario è marcato CE secondo la Direttiva Macchine, si presuppone che il fabbricante abbia affrontato i rischi di incendio inerenti alla macchina stessa e che il rispetto del relativo manuale di uso e manutenzione permetta di ridurre anche il rischio di incendio indotto dalla macchina.

Nel caso in cui i macchinari non fossero marcati CE secondo la Direttiva Macchine, subentra il d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. in cui viene richiesta la conformità all'Allegato V "*Requisiti di sicurezza delle attrezzature di lavoro costruite in assenza di disposizioni legislative e regolamentari di recepimento delle direttive comunitarie di prodotto, o messe a disposizione dei lavoratori antecedentemente alla data della loro emanazione*".

La procedura specificata all'Allegato V deve essere obbligatoriamente applicata a tutti i macchinari non marcati CE secondo la Direttiva Macchine, a garanzia del raggiungimento dei requisiti essenziali di sicurezza, provvedendo se necessario al loro adeguamento.

Caso studio 3: Aree a rischio specifico di tipo elettrico - capannone industriale

Descrizione

Le *aree a rischio specifico*, come noto, sono individuate dal progettista sulla base della valutazione del rischio d'incendio e dai seguenti criteri previsti al par. V.1.1.2.

Il presente caso studio fa riferimento ad un locale tecnico asservito ad un grande capannone industriale nel quale si svolgono attività di processo, con la presenza di alcuni locali tecnici ad esso collegati.

Tali locali tecnici, costituiti da sale quadri/cabine elettriche e di trasformatori, risultano non soggetti, in quanto sottosoglia come attività 48.1.B (Macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantitativi superiori 1 m³), rientrando nella lett. c. del comma 2 del par. V.1.1.

Infatti, nel Cap. S.10 vengono considerati i seguenti impianti tecnologici e di servizio:

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

Nei locali in questione vi è presenza di impianti rilevanti ai fini della sicurezza antincendio di cui al Cap. S.10 per quanto attiene alla produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione e utilizzazione dell'energia elettrica (voce a del comma 1 del par. S.10.1).

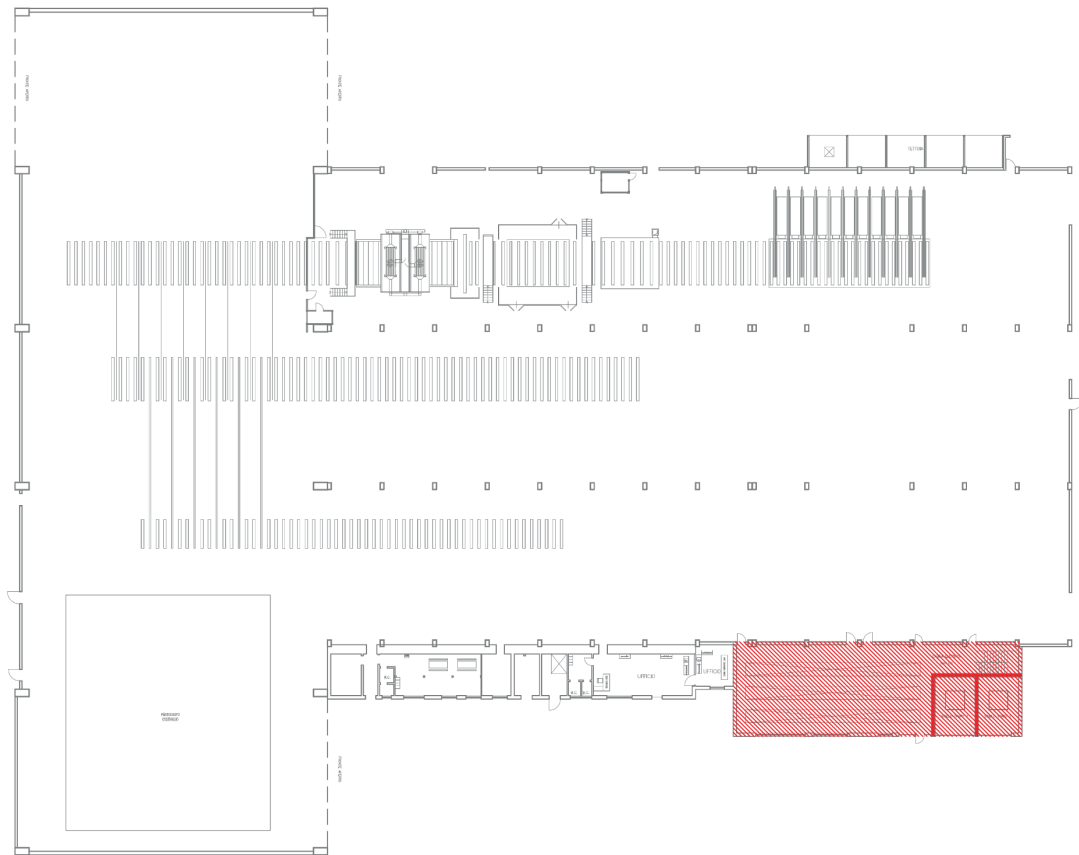
In relazione alle risultanze della valutazione del rischio di incendio, ed alle caratteristiche delle *aree a rischio specifico*, si procede, pertanto, all'applicazione delle misure previste al Cap. V.1.

Dati salienti e attribuzione dei livelli di prestazione:

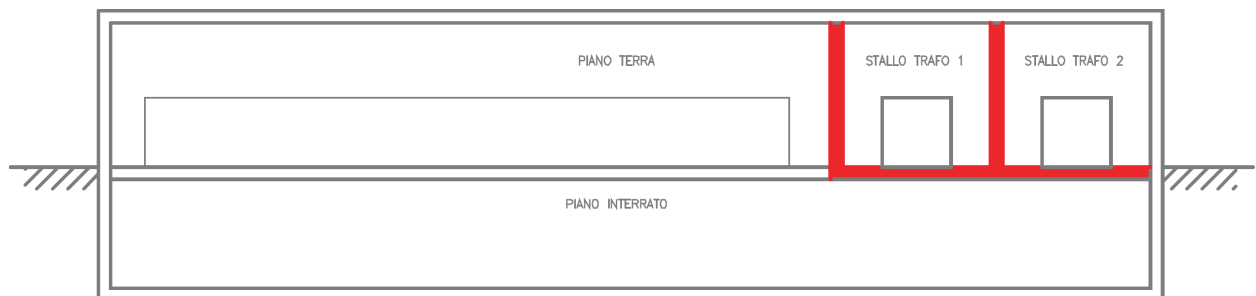
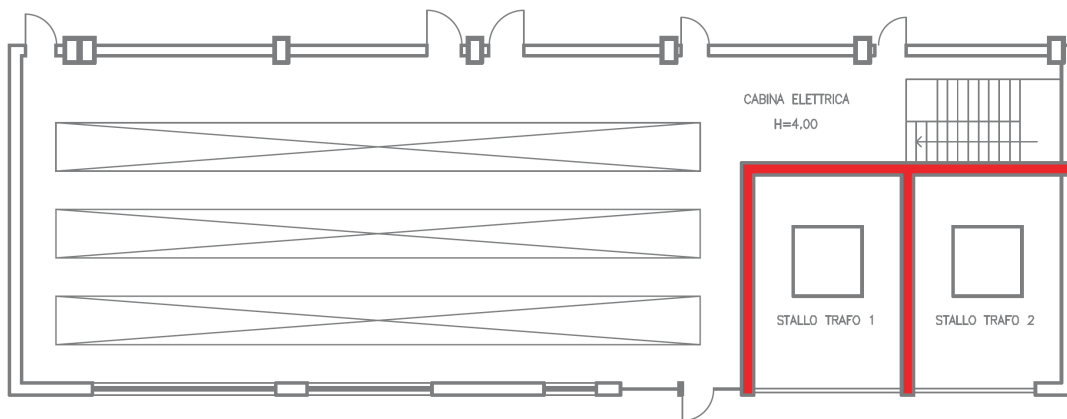
Superficie totale del complesso edilizio	S = 7331 m ² (opificio) + 310 m ² (locali tecnici adibiti ad aree elettriche)
Apparecchiatura costruttiva	Strutture portanti opificio in carpenteria metallica, aree elettriche in C.A.
Numero addetti	35 nell'intero compartimento (non è prevista la presenza di persone esterne non accompagnate, né di persone disabili)
Materiale presente nelle aree elettriche	Quadri e cavi elettrici, trasformatori raffreddati ad olio
Profilo di rischio R _{vita}	A3 (par. G.3.2.1)
Profilo di rischio R _{beni}	1 (par. G.3.3)
Reazione al fuoco	Livello I di prestazione (parr. S.1.3 e S.1.4)
Resistenza al fuoco	Livello III di prestazione (parr. S.2.2 e S.2.4.3)
Compartimenti antincendio	L'opificio costituisce un unico compartimento avente q _f < 200 MJ/m ² Livello III di prestazione (par. S.3.3) Il locale trasformatori è compartimentato REI 60 vs. capannone
Esodo	Livello I di prestazione (parr. S.4.2)
Gestione della sicurezza antincendio	Livello III di prestazione (parr. S.5.2 e S.5.4)
Controllo dell'incendio	Livello III di prestazione (parr. S.6.2 e S.6.8)
Rivelazione ed allarme	Livello IV di prestazione (parr. S.7.2 e S.7.4.4)
Controllo di fumi e calore	Livello II di prestazione (parr. S.8.3 e S.8.4.1)
Operatività antincendio	Livello IV di prestazione (parr. S.9.2 e S.9.4.3)
<i>Squadra interna emergenza</i>	<i>Squadra Vigili del Fuoco aziendali²³ presente H24</i>
Sicurezza degli impianti tecnologici	Livello I di prestazione (parr. S.10.3 e S.10.4.1)

Di seguito viene riportata la planimetria generale del sito, con l'evidenziazione in rosso del prospetto e della sezione inerente la zona adibita ad aree elettriche.

²³ Personale appositamente assunto, che svolge mansioni esclusive, dotato di apposite strutture e automezzi di pronto intervento, formato dal C.N.VV.F.; la qualifica è diversa rispetto a quella delle comuni squadre aziendali di pronto intervento composte, invece, da lavoratori normalmente adibiti ad altre mansioni ed addestrati per le semplici operazioni di primo soccorso.



PLANIMETRIA GENERALE DEL CAPANNONE INDUSTRIALE



PROSPETTO LATERALE E SEZIONE DEI LOCALI TECNICI ADIBITI AD AREE ELETTRICHE

I locali tecnici in questione sono ubicati alla quota del piano dove è situata la linea di produzione del reparto e presentano anche uno spazio comunicante al piano interrato, da dove si dipartono alcune gallerie cavi.

In tali ambiti, sono presenti quadri elettrici, interruttori ed altra componentistica specifica, direttamente asservita al funzionamento delle linee del reparto.

In impianti complessi, in relazione alle esigenze funzionali e alle geometrie del processo, le aree elettriche e le utilities di servizio sono distribuite nell'intorno delle linee, ubicate all'interno o all'esterno del contenitore dell'impianto oppure, nel caso di impianti caratterizzati da una rilevante estensione lineare, in vani interrati.

La parte principale dell'edificio, adibita ad opificio siderurgico, è realizzata con struttura in carpenteria metallica ed è monopiano; le aree elettriche in questione sono realizzate con struttura in calcestruzzo armato e costruite in adiacenza al fabbricato principale.

Si tratta di un'altra opera da costruzione, con livello di prestazione pari a quello della principale.

La struttura (altra opera da costruzione, con livello di prestazione pari a quello della principale) presenta due piani, uno fuori terra (piano terra) e l'altro interrato.

All'esterno è stato ricavato un apposito locale, che ospita gli stalli di due trasformatori ad olio.

Essendo inserito all'interno di un complesso industriale molto esteso, l'intero complesso è isolato rispetto ad altre opere da costruzione.

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Trattasi di attività classificata al punto 51.3.C dell'allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151: "Stabilimenti siderurgici e per la produzione di altri metalli; attività comportanti lavorazioni a caldo di metalli, oltre 25 addetti". Non esistono attività secondarie in quanto i locali tecnici risultano non soggetti, in quanto sottosoglia come attività 48.1.B (Macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantitativi superiori 1 m³).

Riferimenti normativi

- d.m. 3 agosto 2015 - "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del d.lgs. 8 marzo 2006, n. 139" - Aggiornamento d.m. 18 ottobre 2019, come aggiornata dai decreti 14 febbraio 2020 e 6 aprile 2020 per la sezione V.

Obiettivi dello studio

Ci si propone, nell'ambito generale della progettazione antincendio dell'attività, di focalizzare l'attenzione sulla misura antincendio *Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio*, in particolare facendo riferimento a quanto indicato al comma 2 del par. S.10.1 "*Per gli impianti tecnologici e di servizio inseriti nei processi produttivi dell'attività il progettista effettua la valutazione del rischio di incendio e prevede adeguate misure antincendio di tipo preventivo, protettivo e gestionale. Tali misure devono essere in accordo con gli obiettivi di sicurezza riportati al par. S.10.5*".

Più precisamente, si vuole proporre una *soluzione conforme* inerente le aree elettriche, individuate come locali accessori all'attività antincendio stessa e facenti parte del processo industriale come utilities che, non presentando una specifica RTV di riferimento, possono essere trattate come *aree a rischio specifico*.

Inquadramento del progetto antincendio in riferimento alla misura S.10

Considerato il disposto della lett. c del comma 2 del par. V.1.1, è necessario rispettare le prescrizioni di cui al par. S.10.4.1.

Valutazione del rischio

Nelle aree elettriche in questione non è prevista presenza di personale, se non saltuariamente per operazioni di manutenzione e verifica, condotte dal personale di reparto.

I materiali combustibili ivi presenti sono essenzialmente legati alla presenza dei materiali polimerici (come quadri e cavi elettrici). I cavi elettrici hanno una frazione combustibile costituita da materiale di tipo polimerico, con velocità di propagazione dell'incendio variabile a seconda della loro qualità ed età.

Il materiale combustibile risulta comunque contenuto all'interno di contenitori metallici (quadri elettrici e passerelle portacavi) e, pertanto, la velocità di propagazione di un eventuale incendio è lenta, in quanto il materiale elettrico è confinato all'interno dei quadri e delle macchine.

Tanto premesso, nell'*area a rischio specifico* classificata come "area elettrica", si valuta che gli scenari di incendio più probabili siano di natura elettrica; peraltro, considerato il rischio di elettrocuzione, in questi luoghi non è possibile utilizzare gli idranti per il controllo dell'incendio.

Strategia antincendio RTV V.1 (par. V.1.2)

Di seguito viene applicata la RTV V.1 Aree a rischio specifico all'area elettrica in questione.

In particolare, si riportano i vari punti del par. "V.1.2 Strategia antincendio" e le corrispondenti soluzioni progettuali adottate.

1. *Per la valutazione del rischio e delle caratteristiche delle aree a rischio specifico, devono essere considerate almeno le informazioni desumibili dalle seguenti documentazioni:*
 - a. *schede di sicurezza di sostanze o miscele pericolose;*
 - b. *norme applicabili;*
 - c. *specifiche e manuali dei fabbricanti degli impianti e delle macchine.*

Relativamente alle informazioni richiamate nel punto a., non sono impiegate sostanze o miscele pericolose; si escludono le valutazioni del rischio ad esse correlate.

Per quanto riguarda le norme applicabili in tali contesti (punto b), la legge 1 marzo 1968, n. 186 stabilisce che la regola dell'arte per la realizzazione e costruzione di tutti i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici sono le norme CEI.

Di seguito si elencano quelle che contengono alcune prescrizioni riguardanti la protezione dagli incendi:

- CEI 64-8/7:2012-06 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari;
- CEI EN 61936-1:2014-09 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 1: Prescrizioni comuni;
- CEI 11-17:2006-07 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo;
- CEI 11-17; V1:2011-10 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo;
- CEI 11-17; V1:2011-10 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo;
- CEI EN 50110-1:2014-01 Esercizio degli impianti elettrici - Parte 1: Prescrizioni generali;
- CEI 11-27:2014-01 Lavori su impianti elettrici;
- UNI EN ISO 12100:2010 Sicurezza del macchinario - Principi generali di progettazione - Valutazione del rischio e riduzione del rischio;
- UNI EN ISO 19353:2019 Sicurezza del macchinario - Prevenzione e protezione contro l'incendio.

Andando per ordine, se ne esplicitano brevemente i contenuti di interesse:

- nella norma CEI 64-8/7:2021-08, riguardante gli impianti elettrici in corrente alternata a tensione nominale non superiore a 1000 V, alla sezione 751 vengono trattati gli ambienti a Maggior Rischio in Caso di Incendio (MARCI) e le modalità di costruzione degli impianti elettrici in tali ambienti;
- nella norma CEI EN 61936-1:2014-09, riguardante gli impianti elettrici in corrente alternata a tensione nominale superiore a 1000 V, al par. 8.7 viene trattata la protezione contro gli incendi, con particolare riguardo ai trasformatori al par. 8.7.2 che riporta:
Se richiesto, le fosse e i serbatoi di raccolta comuni a più trasformatori devono essere predisposti in modo che l'incendio non possa propagarsi da un trasformatore all'altro.
Lo stesso vale per le fosse di raccolta individuali collegate a serbatoi di raccolta comuni con altri trasformatori; per tale scopo possono essere utilizzati, per esempio, strati di ghiaietto, grate di protezione antincendio o tubazioni riempite con fluido.
Vengono preferite le modalità che tendono a minimizzare i pericoli d'incendio dei fluidi fuoriusciti.

Il par. 8.7.2.3 della stessa norma approfondisce gli impianti all'interno di edifici industriali:

Per tutti i trasformatori in edifici industriali, sono necessari dispositivi ad azione rapida che si aprano immediatamente in modo automatico in caso di guasto.
I trasformatori con refrigerante di tipo O richiedono gli stessi provvedimenti di 8.7.2.2.
Per tutti gli altri trasformatori immersi in liquido, non è prescritto alcun regime speciale in materia di protezione antincendio, ad eccezione delle disposizioni per la ritenzione dei liquidi in caso di perdite e la fornitura di estintori d'incendio portatili adatti per apparecchiature elettriche.
Per i trasformatori a secco di tipo (A) deve essere scelta la giusta classe di comportamento al fuoco a seconda delle attività del settore e dei materiali presenti nei dintorni.
Sono consigliabili disposizioni antincendio, in particolare per la classe F0.

Il par. 8.7.2.2 può essere applicato per i trasformatori ad olio (refrigerante di tipo O) con quantità di olio inferiore a 1000 l.

In tal caso, nella tabella 4 della norma, viene richiesta una compartimentazione EI 60.

Inoltre, viene prescritto che:

le porte devono resistere al fuoco almeno 60 min.

Le porte che si aprono all'esterno sono adeguate se costruite con materiali a bassa infiammabilità. Le aperture di ventilazione necessarie per il funzionamento dei trasformatori sono ammesse nelle porte o nelle pareti adiacenti.

Nel progettare le aperture, deve essere considerata la possibile fuga di gas caldi.

I trasformatori con quantità di olio superiore a 1000 l sono oggetto di applicazione di una RTV antincendio specifica, vedi d.m. 15 luglio 2014.

- nella norma CEI 11-17:2006-07 e nella sua variante CEI 11-17; V1:2011-10, riguardanti le linee in cavo di impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica, al cap. "5.7 Provvedimenti contro l'incendio" vengono stabiliti i provvedimenti per limitare i danni da incendio di cavi ed in particolare le modalità di realizzazione degli sbarramenti tagliafiamma. Nel dettaglio, si stabilisce tra l'altro che nella realizzazione degli sbarramenti non si devono superare i seguenti distanziamenti:

- 5 m nei percorsi verticali,
- 10 m nei percorsi orizzontali.

Nei percorsi misti è opportuno aggiungere sbarramenti alla base dei tratti verticali.

Gli sbarramenti tagliafiamma possono essere costituiti da barriere in materiale incombustibile disposte sui percorsi dei cavi, che possono essere formate con ammassi di lana di roccia, con impasti incombustibili, con adatti elementi prefabbricati, con sabbia o con altri dispositivi adatti allo scopo; devono avere forma e dimensione adatte ad impedire lo scavalco della fiamma e possono essere smontabili o demolibili con relativa facilità per aggiungere o togliere cavi, quando esista tale esigenza.

- nella norma CEI EN 50110-1:2014-01, riguardante le prescrizioni generali per l'esercizio degli impianti elettrici, al par. B.4 viene trattata la protezione dal fuoco e i provvedimenti antincendio, in cui si richiede:

Durante l'esercizio di impianti elettrici, non può essere esclusa la possibilità di insorgenza di incendio. Se l'incendio scoppia, le parti pericolose o in pericolo dell'impianto elettrico dovrebbero essere spente se non sono direttamente installate per la lotta contro l'incendio o se lo spegnimento provocherebbe ulteriori pericoli.

Per combattere gli incendi negli impianti elettrici, dovrebbero essere tenuti pronti e accessibili estintori o attrezzature antincendio di tipo adatto per la classe di fuoco e di tipo e dimensione adattata all'installazione.

Dovrebbe essere istruite persone, in modo appropriato, circa il funzionamento degli estintori antincendio, in particolare sulle apparecchiature sotto tensione. Queste istruzioni dovrebbero essere ripetute a intervalli adeguati.

Quando si utilizzano estintori e sistemi di estinzione sugli impianti elettrici, dovrebbero essere osservate le opportune distanze di sicurezza.

Il personale dovrebbe essere a conoscenza che i materiali caldi e combustibili possono emettere sostanze tossiche.

I materiali e gli oggetti facilmente infiammabili dovrebbero essere ubicati o conservati in modo che essi non siano facilmente raggiunti dalle fiamme.

- nella norma CEI 11-27:2014-01, riguardante i lavori su impianti elettrici, al par. 6.3.1 vengono trattati i lavori sotto tensione in bassa tensione, in cui si richiede:

Le procedure relative ai lavori sotto tensione devono essere eseguite solo dopo aver eliminato rischi di incendio o di esplosione.

Per quanto concerne la valutazione dei contenuti del comma 1 il punto c., e con riferimento alle ultime due norme elencate afferenti alla sicurezza del macchinario, non si può prescindere dall'eventuale marcatura CE delle macchine presenti.

Se le macchine sono di recente costruzione e recano la marcatura CE, ai sensi della direttiva Macchine delle macchine, tale conformità garantisce che queste siano state progettate secondo norme armonizzate tra cui:

- la norma UNI EN ISO 12100:2010, la quale fornisce i principi generali di progettazione ai fini della sicurezza del macchinario, specificando i principi per la valutazione del rischio.
- In particolare, all'appendice B vengono forniti esempi di pericoli, dove è compreso come effetto anche l'incendio e si segnalano i punti della norma che permettono di contenerne il rischio;
- la norma UNI EN ISO 19353:2019, che entra nello specifico dei metodi per identificare i pericoli di incendio derivanti dal macchinario e per eseguire una valutazione del rischio.

Da quanto sopra, ne deriva che se un macchinario è marcato CE, ai sensi della direttiva Macchine delle macchine presenti, si presuppone che il fabbricante abbia affrontato i rischi di incendio inerenti alla macchina stessa e che il rispetto del relativo manuale di uso e manutenzione permetta di ridurre anche il rischio di incendio stesso.

I manuali di uso e manutenzione devono essere quindi messi a disposizione dei lavoratori, in quanto contengono le procedure di sicurezza, di esercizio e di eventuale intervento in emergenza specifiche per il macchinario stesso.

In tal caso le procedure di sicurezza diventano parte integrante del documento di Gestione della Sicurezza Antincendio del reparto, sia in condizioni di esercizio che di emergenza.

Nel caso in cui i macchinari non fossero marcati CE subentra il d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. in cui viene richiesta la conformità all'Allegato V *“Requisiti di sicurezza delle attrezzature di lavoro costruite in assenza di disposizioni legislative e regolamentari di recepimento delle direttive comunitarie di prodotto, o messe a disposizione dei lavoratori antecedentemente alla data della loro emanazione”*.

La procedura specificata all'Allegato V deve essere obbligatoriamente applicata a tutti i macchinari non marcati CE a garanzia del raggiungimento dei requisiti essenziali di sicurezza, provvedendo se necessario al loro adeguamento.

Si segnala, da ultimo, che nel d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i., all'art. 80 del Titolo III, Capo III, si fa riferimento alla valutazione del rischio elettrico, che deve costituire parte integrante del Documento di Valutazione dei Rischi redatto dal Datore di Lavoro per la specifica realtà del reparto:

1. *Il datore di lavoro prende le misure necessarie affinché i lavoratori siano salvaguardati dai tutti i rischi di natura elettrica connessi all'impiego dei materiali, delle apparecchiature e degli impianti elettrici messi a loro disposizione e, in particolare, da quelli derivanti da:*
 - a) *contatti elettrici diretti;*
 - b) *contatti elettrici indiretti;*
 - c) *innesco e propagazione di incendi e di ustioni dovuti a sovratemperature pericolose, archi elettrici e radiazioni;*
 - d) *innesco di esplosioni;*
 - e) *fulminazione diretta ed indiretta;*
 - f) *sovratensioni;*
 - g) *altre condizioni di guasto ragionevolmente prevedibili.*
2. *A tale fine il datore di lavoro esegue una valutazione dei rischi di cui al precedente comma 1, tenendo in considerazione:*
 - a) *le condizioni e le caratteristiche specifiche del lavoro, ivi comprese eventuali interferenze;*
 - b) *i rischi presenti nell'ambiente di lavoro;*
 - c) *tutte le condizioni di esercizio prevedibili.*

Proseguendo con i vari punti del par. “V.1.2 Strategia antincendio”, si ha:

2. *In relazione alle risultanze della valutazione del rischio di incendio ed alle caratteristiche delle aree a rischio specifico, il progettista valuta, almeno, l'applicazione delle seguenti misure:*
 - a. *inserimento delle aree a rischio specifico in compartimenti distinti per ambiti aventi caratteristiche di rischio omogenee, interposizione di distanze di separazione, riduzione delle superfici lorde di compartimento, ubicazione fuori terra o su piani poco interrati;*
- *inserimento in compartimenti distinti per ambiti aventi caratteristiche di rischio omogenee:*

i locali aree elettriche, posizionati in adiacenza al reparto, contengono quadri e componenti elettrici funzionali alla linea di processo stessa.

Si evidenzia inoltre una analogia di componentistica tra tale area ed il reparto, ove vi sono quadri, motori e componenti elettrici afferenti alla linea di processo.

In aggiunta, diversamente dai componenti elettrici disseminati sulla linea, i locali sono monitorati da impianti di rivelazione incendi, in quanto si tratta di locali chiusi e non permanentemente presidiato.

Per tali motivi, nei locali è possibile rilevare un livello di rischio paragonabile a quello della linea di processo e di conseguenza si ritiene opportuno ricomprenderlo nel più ampio compartimento antincendio rappresentato dall'intero reparto produttivo.

- *interposizione di distanze di separazione:*

i locali aree elettriche non possono essere distanziati, per ragioni di processo, dai macchinari di reparto che vengono serviti: la diretta funzionalità alle linee di processo non permette che questo sia ulteriormente distanziato dal reparto stesso.

- *riduzione delle superfici lorde di compartimento:*

i locali aree elettriche non presentano superfici elevate ed inoltre fanno parte del compartimento individuato dal reparto stesso, che come sopra esposto, non è frazionabile per motivi di processo;

- *ubicazione fuori terra o su piani poco profondi:*

i locali aree elettriche si trovano a una quota minima di circa -3 m, per cui si trova effettivamente su un livello poco profondo.

Inoltre, è possibile notare che, mentre il piano terra di tale area è destinato a contenere i componenti elettrici veri e propri (intesi perlopiù come quadri), il piano interrato è adibito al passaggio cavi posizionati su passerelle metalliche.

In aggiunta a quanto sopra, si segnala che, al fine di ridurre la possibile propagazione di incendi in vani interrati, è prevista la compartimentazione dei piani interrati dell'area elettrica rispetto alle eventuali gallerie cavi afferenti, se percorribili dal personale.

Nel caso in cui il vano interrato comunicasse con cavedi non percorribili, si procederebbe alla realizzazione di opportuni sbarramenti tagliafiamma, conformemente alla norma CEI 11-17:2006-07 ed alla sua variante CEI 11-17; V1:2011-10, riguardanti le linee in cavo di impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica.

Data la tipologia di apparati contenuti (quadri elettrici contenenti PLC di processo, dislocati anche all'interno del reparto in prossimità delle linee produttive), i locali adibiti ad aree elettriche non sono stati compartimentati rispetto al resto del fabbricato, ma risulta comunque separato da esso tramite un setto in muratura, al fine di ritardare la propagazione per irraggiamento di un eventuale incendio dalla area elettrica verso il reparto o viceversa.

Non essendo un setto con caratteristiche EI certificate, non è infatti possibile determinare la protezione del setto rispetto alla trasmissione del calore per conduzione e per convezione.

Viceversa, il locale che ospita gli stalli di due trasformatori ad olio minerale è compartimentato rispetto al resto dell'area elettrica, dato l'elevato quantitativo di olio diatermico in essi contenuto (0,9 m³ cadauno). Infatti, esso risulta dotato di caratteristiche di resistenza al fuoco REI 60.

Risulta pertanto soddisfatto il requisito di grado di resistenza al fuoco "almeno REI 60" previsto dalla norma CEI EN 61936-1:2014-09.

Dato che i due trasformatori si trovano ciascuno in uno stallo delimitato da pareti con caratteristiche di resistenza al fuoco pari a 60 min (ad eccezione del lato frontale, in cui vi è il portone di accesso), le quantità di olio non si sommano ai fini dell'assoggettabilità antincendio.

A tale riguardo si segnala che il punto 4, Capo II, Titolo I del d.m. 15 luglio 2014 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, l'installazione e l'esercizio delle macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantità superiore ad 1 m³" stabilisce quanto segue:

Ai fini della determinazione della capacità complessiva del contenuto di liquido isolante combustibile, sono considerate installazioni fisse distinte quando:

- 1) *le macchine elettriche siano allocate tra loro ad una distanza non inferiore a 3 m; in alternativa,*
- 2) *fra le macchine elettriche siano interposti setti divisorii, resistenti al fuoco, con prestazioni non inferiori ad EI 60 e con le seguenti dimensioni:*
 - *altezza: pari a quella della sommità del serbatoio di espansione (se esiste) in caso contrario pari a quello della sommità del cassone della macchina elettrica;*
 - *lunghezza: pari alla larghezza o alla lunghezza della macchina a seconda dell'orientamento della stessa.*

Di conseguenza, il locale trasformatori non si configura come attività antincendio in quanto ciascuna macchina elettrica è sottosoglia (rif. attività 48 dell'allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151: "Centrali termoelettriche, macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantitativi superiori a 1 m³" e non rientra nel campo di applicazione del citato d.m. 15 luglio 2014.

Tali macchine elettriche rappresentano comunque un centro di pericolo, pertanto il locale è stato compartimentato rispetto al resto dell'area elettrica, con pareti e solaio aventi caratteristiche di resistenza al fuoco pari a 60 min.

Per quanto riguarda il punto b. della strategia antincendio indicata nella RTV V.1, al par. V.1.2 comma 2, questo indica come misure:

b. controllo dell'incendio con livello di prestazione III (capitolo S.6);

Tale misura non è applicabile al contesto in esame; in particolare, il livello di prestazione III presuppone l'impiego di una rete di idranti per il controllo o estinzione manuale dell'incendio.

Nell'area elettrica il carico di incendio è costituito quasi totalmente da materiale elettrico pertanto, si ritiene che il posizionamento di idranti in tali ambiti risulti pericoloso per i seguenti motivi:

- per la sicurezza elettrica in esercizio, dato che il posizionamento di tubazioni contenenti acqua in pressione all'interno dei locali con accidentali perdite di acqua potrebbero causare pericolo di elettrocuzione per il personale manutentivo che occasionalmente entra per effettuare controlli agli apparati elettrici;
- per la sicurezza elettrica in emergenza, per lo stesso ordine di motivi dato che in tal caso si troverebbero ad essere esposti al pericolo di elettrocuzione gli addetti antincendio; l'acqua, infatti, può essere usata per lo spegnimento solo se l'intervento è eseguito dai VV.F. di stabilimento, quando vi sia la certezza assoluta che è stata tolta l'energia elettrica, non solo all'interno dei quadri dell'area elettrica, ma anche a tutti i cavi e cavidotti che portano alla stessa.

Sulla scorta della valutazione dei rischi effettuata e delle considerazioni aggiuntive sopra riportate, si ritiene idoneo escludere la copertura della rete idranti a tale area e perseguire comunque un livello di prestazione II per il controllo dell'incendio.

Si prevede dunque la copertura dell'area tramite estintori in modo tale da poter intervenire su un principio di incendio.

Per intervenire su principio di incendio è consigliabile togliere tensione all'apparato (quadro, interruttore, ecc.) coinvolto all'interno dell'area elettrica (se l'apparato ha una tensione superiore a 1000 V è obbligatorio togliere tensione all'apparato prima di intervenire) ed estinguere l'incendio tramite un estintore ad anidride carbonica o a polvere.

Al fine di permettere agli addetti antincendio di reparto di affrontare l'incendio in un suo stadio iniziale, il locale area elettrica è monitorato da impianti di rivelazione incendi, per permettere di rivelare tempestivamente la presenza di un eventuale incendio.

La tipologia di estintori è selezionata in riferimento alla classe d'incendio di cui alla tab. S.6-4.

In questo caso a fronte della valutazione del rischio e per la natura dei materiali combustibili presenti, le classi d'incendio individuabili secondo la norma europea EN 2 sono del tipo A e B, legati all'incendio di parti elettriche o di cavi presenti nei locali.

In linea con quanto riportato al par. S.6.6.2.1:

- la protezione con gli estintori di tipo A deve essere estesa a tutta la superficie dei locali e deve essere installato almeno un estintore di classe A per piano, soppalco o compartimento;
- ritenendo plausibile in tale area un profilo di rischio vita A1 pari a quello dell'intero compartimento, si procede a verificare che tali estintori saranno installati in numero tale che la distanza massima di raggiungimento sia inferiore od uguale a 40 m (cfr. tab. S.6-5), con una capacità minima estinguente pari a 13A e con una carica minima nominale pari a 6 kg.

In linea con quanto riportato al par. S.6.6.2.2 comma 6, dato che nell'area elettrica non sono presenti liquidi infiammabili stoccati o in lavorazione, ma è possibile prevedere un principio di incendio di classe B dovuto a solidi liquefatti (es. materiale plastico liquefacibile, ...) gli estintori installati per il principio di incendio di classe A secondo la tab. S.6-5 dovrebbero avere anche una capacità estinguente non inferiore alla classe 89B.

A corollario delle integrazioni ritenute necessarie, si segnala che gli estintori a polvere sono molto efficaci sia su fuochi di classe A, che su fuochi di classe B, ma tendono a rendere inutilizzabili le apparecchiature elettroniche sulle quali tale estinguente viene utilizzato.

Pertanto, durante i corsi di formazione degli addetti antincendio e durante i corsi di aggiornamento del personale manutentivo dovrà essere specificato che nell'area elettrica il primo tentativo di estinzione di un principio di incendio dovrà essere effettuato con un estintore ad anidride carbonica.

Se tale tentativo non avesse buon esito, o in caso di riaccensione delle fiamme, si dovrà procedere all'uso dell'estintore a polvere.

Questa procedura si rende necessaria in quanto l'anidride carbonica è un estinguente che non lascia residui (quindi è più adatto per proteggere il materiale elettrico ancora non attaccato dall'incendio), mentre l'estintore a polvere potrebbe causare fuori servizio indesiderati, anche sulle apparecchiature non coinvolte dal principio di incendio, ma ad esso adiacenti (in quanto la polvere è dielettrica e penetrando nei contatti elettrici potrebbe isolarli).

Per quanto riguarda il punto c. della strategia antincendio indicata nella RTV V.1, al par. V.1.2 comma 2, questo indica come misure:

- c. installazione di sistemi manuali o automatici di inibizione, controllo o estinzione dell'incendio a bordo macchina per la protezione specifica degli impianti e delle apparecchiature a rischio specifico di incendio;*

Tale misura non è applicabile al contesto in esame; l'installazione a bordo macchina di sistemi manuali o automatici di inibizione o controllo o estinzione dell'incendio potrebbe compromettere la marcatura CE della macchina stessa.

Si sottolinea che un eventuale principio di incendio all'interno dell'area elettrica sarebbe prontamente rilevato (in quanto il locale area elettrica è monitorato da impianti di rivelazione incendi) e successivamente vi sarebbe l'intervento degli addetti antincendio (presenti su turni H24), come previsto dalle misure di controllo dell'incendio.

Per tale motivo si reputa che, sebbene i sistemi di inibizione, controllo o estinzione dell'incendio a bordo macchina possano effettuare una ottimale protezione dei beni (per il ridotto tempo di reazione rispetto ad un intervento da parte di un addetto antincendio), ai fini della protezione delle persone sia sufficiente quanto sopra esposto.

Nel momento in cui fosse previsto un revamping dei quadri in oggetto, rimarrebbe tuttavia la possibilità di approcciare a sistemi di questo tipo, come opzione di miglioramento.

Per quanto riguarda il punto d. della strategia antincendio indicata nella RTV V.1, al par. V.1.2 comma 2, questo indica come misure:

- d. installazione di un impianto IRAI con livello di prestazione III (capitolo S.7);*

Nello specifico il livello di prestazione IV; sono quindi ampiamente soddisfatti i seguenti punti:

- gli impianti di rivelazione ed allarme incendio (IRAI) progettati ed installati secondo la norma UNI 9795 sono considerati soluzione conforme.
Tali soluzioni sono descritte in relazione alle funzioni principali e secondarie descritte nella norma UNI EN 54-1 e riportate nelle tabb. S.7-5 e S.7-6;
- per la corretta progettazione, installazione ed esercizio di un IRAI deve essere prevista, in conformità alla vigente regolamentazione e alle norme adottate dall'ente di normazione nazionale, la verifica della compatibilità e della corretta interconnessione dei componenti, compresa la specifica sequenza operativa delle funzioni da svolgere.
I componenti degli IRAI verificati secondo la norma UNI EN 54-13 sono considerati soluzione conforme;
- la comunicazione dell'allarme con la funzione principale C verrà veicolata attraverso modalità multisensoriali cioè percepibili dai vari sensi, ovvero almeno due: vista e udito, per mezzo di pannelli ottico-acustici.

Per quanto riguarda il punto e. della strategia antincendio indicata nella RTV V.1, al par. V.1.2 comma 2, questo indica come misure:

- e. installazioni di sistemi a bordo macchina per il rilevamento automatico di anomalie o guasti che comportino la deviazione dai parametri di funzionamento ordinario degli impianti e delle attrezzature di processo, con le funzioni automatiche di allarme ed intercettazione delle alimentazioni elettriche e dei fluidi pericolosi;*

Si evidenzia che tale misura non è necessaria, dal momento che sono presenti altre misure (es.: rivelazione incendi, allarmi, addetti pronti ad intervenire, ecc.) che sono già sufficienti.

Alcune attrezzature elettriche di recente installazione sono state già dotate di sistemi a bordo macchina per il rilevamento automatico di anomalie o guasti che comportino la deviazione dai parametri di funzionamento ordinario degli impianti.

Tali sistemi hanno le funzioni automatiche di allarme ed intercettazione delle alimentazioni elettriche.

Come misura di miglioramento, le attrezzature elettriche oggetto di revamping (quadri, trasformatori, ecc.) potrebbero avere tali sistemi, con collegamento diretto ad allarmi riportati alla centrale di rivelazione e allarmi del sistema IRAI di reparto.

Nel momento in cui fosse previsto un revamping dei quadri in oggetto, rimarrebbe tuttavia la possibilità di approcciare a sistemi di questo tipo, come opzione di miglioramento.

Per quanto riguarda il punto f. della strategia antincendio indicata nella RTV V.1, al par. V.1.2 comma 2, questo indica come misure:

f. effettuazione della valutazione del rischio per atmosfere esplosive (capitolo V.2);

L'art. 293 del d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. stabilisce che il datore di lavoro deve ripartire in zone i luoghi a rischio esplosione, in conformità alle norme CEI EN 60079-10-1:2009-06 "Atmosfere esplosive. Parte 10-1: Classificazione dei luoghi. Atmosfere esplosive per la presenza di gas" e CEI EN 61241-10 "Classificazione delle aree dove sono o possono essere presenti polveri combustibili".

Per il reparto è stato già redatto il documento di classificazione delle aree a rischio esplosione ai sensi della norma CEI-EN 60079 che sarà rivisto secondo l'applicazione di tutti i punti della RTV V.2.

Per quanto riguarda il punto g. della strategia antincendio indicata nella RTV V.1, al par. V.1.2 comma 2, questo indica come misure:

g. adozione di accorgimenti impiantistici e costruttivi per limitare e confinare i rilasci di sostanze o miscele pericolose;

I trasformatori essendo raffreddati ad olio, potrebbero avere delle perdite di liquido combustibile. Pertanto è necessario un bacino di contenimento con ghiaietto rompifiamma, al fine di limitare e confinare i rilasci di sostanze o miscele pericolose.

Per quanto riguarda il punto h. della strategia antincendio indicata nella RTV V.1, al par. V.1.2 comma 2, questo indica come misure:

h. adozione di accorgimenti per limitare l'impatto esterno di eventuali rilasci di sostanze o miscele pericolose;

Tale misura non è applicabile al contesto in esame, in quanto nell'area elettrica non vi è stoccaggio o apparati che possano rilasciare esternamente sostanze o miscele pericolose in caso di incendio in quantità rilevanti. Infatti, per i ridotti quantitativi di materiale combustibile in gioco, i rilasci verso l'esterno in caso d'incendio sono trascurabili.

Per quanto riguarda il punto i. della strategia antincendio indicata nella RTV V.1, al par. V.1.2 comma 2, questo indica come misure:

- i. adozione di sistemi di rilevazione ed allarme, di procedure gestionali per la sorveglianza ed il controllo dei parametri critici dei processi;*

La squadra di manutenzione elettrica di reparto sottopone l'area elettrica a frequenti controlli ispettivi, in cui vengono sorvegliati i parametri critici degli apparati.

Ciò viene proceduralizzato nella GSA, che richiama le procedure aziendali già in essere.

Per quanto riguarda il punto j. della strategia antincendio indicata nella RTV V.1, al par. V.1.2 comma 2, questo indica come misure:

- j. formazione, informazione ed addestramento degli addetti alla gestione delle lavorazioni e dei processi pericolosi;*

L'area elettrica è chiusa a chiave ed è accessibile solo alla squadra di manutenzione elettrica di reparto ai fini dei controlli ispettivi.

Ciò viene proceduralizzato nella GSA, che richiama le procedure aziendali già in essere.

Tale squadra viene costantemente formata, informata ed addestrata rispetto ai pericoli presenti in tali locali.

Per quanto riguarda il punto k. della strategia antincendio indicata nella RTV V.1, al par. V.1.2 comma 2, questo indica come misure:

- k. disponibilità di specifiche attrezzature di soccorso, dispositivi di protezione collettiva e individuale;*

Nell'area elettrica, durante un incendio sussiste il rischio di formazione dell'arco elettrico.

Infatti, se un incendio dovesse causare lo scioglimento dell'isolamento dei cavi, si potrebbe generare un corto circuito, con la possibile formazione dell'arco elettrico.

Per questo motivo, durante il tentativo di spegnimento di un principio di incendio, gli addetti antincendio dell'area elettrica sono tenuti ad indossare i DPI già in dotazione al personale della manutenzione elettrica di reparto:

- elmetto con visiera;
- indumenti multiprotezione (contro arco elettrico CEI EN 61482-1-2 e contro la fiamma limitata UNI EN ISO 14116).

Per quanto riguarda la compartimentazione multipiano, la strategia antincendio indicata nella RTV V.1, al par. V.1.2, comma 3, indica:

3. *Nel caso di compartimentazione multipiano dell'attività (capitolo S.3), le aree a rischio specifico devono comunque essere inserite in compartimento distinto.*

Per quanto riguarda la compartimentazione, al punto a) si è già specificato che:

- i locali aree elettriche, posizionati in adiacenza al reparto, contengono quadri e componenti elettrici funzionali alla linea di processo stessa;
- si evidenzia una analogia di componentistica tra tale area ed il reparto, ove vi sono quadri, motori e componenti elettrici afferenti alla linea di processo;
- diversamente dai componenti elettrici disseminati sulla linea, i locali sono monitorati da impianti di rivelazione incendi, in quanto si tratta di locali chiusi e non permanentemente presidiati.

Per tali motivi, al punto a) si è attribuito a tali locali un livello di rischio paragonabile a quello della linea di processo e di conseguenza si è ritenuto opportuno ricomprenderli nell'intero reparto produttivo, che ha un limitato carico di incendio ($q_{f,d} < 200 \text{ MJ/m}^2$).

Per tale area a rischio specifico, dato il limitato carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d}$, **non avendo una classe minima di resistenza al fuoco certificata per le strutture, non è configurabile la definizione di un compartimento** (come viene anche previsto dal comma 1 del par. S.3.7.1).

Infatti, l'opera da costruzione non è delimitata da prodotti o elementi costruttivi idonei a garantire, sotto l'azione del fuoco e per un dato intervallo di tempo, la resistenza al fuoco; di conseguenza, non si configura la definizione di compartimento secondo il comma 3 del par. G.1.8.

Tale misura non è quindi applicabile al caso in esame, in quanto, **non essendo previsto il compartimento, viene meno anche il concetto di compartimentazione multipiano**, ovvero **non siamo nel caso di compartimentazione multipiano dell'attività**.

La strategia antincendio indicata nella RTV V.1, al par. V.1.2, comma 4, indica:

4. *Le risultanze della specifica valutazione del rischio e le relative misure preventive, protettive e gestionali adottate devono essere considerate ai fini della gestione della sicurezza dell'attività (capitolo S.5).*

Il locale area elettrica, in quanto comunque facente capo al reparto, è soggetta alla stessa GSA (Gestione Sicurezza Antincendio) di reparto.

In via generale valgono le stesse considerazioni fatte relazione tecnica generale di reparto al capitolo riguardante la Gestione della sicurezza antincendio.

Considerato che nell'area elettrica vi è presenza occasionale e di breve durata di personale formato, oltre a quanto richiesto dalla RTV V.1, al par. V.1.2, si è ritenuto opportuno individuare i percorsi di esodo e garantire un'adeguata illuminazione di sicurezza dei locali.

Negli elaborati grafici allegati sono stati individuati:

- i percorsi di esodo ed i punti di accesso/uscita verso spazio scoperto;
- i percorsi di esodo di raccordo al più generale sistema di esodo di reparto.

L'illuminazione di sicurezza deve essere conforme a quanto riportato al par. S.4.5.10.

Tutti gli ambiti in oggetto sono dotati di illuminazione di sicurezza: occorre verificare che in tutte le aree sia presente ed il funzionamento sia in linea con la normativa vigente (UNI EN 1838).

Sono stati installati i cartelli di esodo, nonché è presente la segnaletica orizzontale che indica i percorsi dedicati al passaggio delle persone.

Sono stati previsti anche i cartelli da apporre sulle uscite finali dal lato verso luogo sicuro, in linea con quanto richiesto al par. S.4.5.8 comma 2.

Le misure che ne conseguono sono dunque mirate al mantenimento in efficienza del sistema generale di esodo ponendo in atto una campagna di verifica periodica riguardante:

- lo stato di deterioramento della cartellonistica, soprattutto per quei cartelli esposti alle intemperie;
- lo stato di deterioramento della segnaletica orizzontale;
- l'efficienza dei dispositivi di apertura delle porte sulle vie di esodo, delle chiusure di compartimentazione antincendio.

ed in esito a tali verifiche eventualmente provvedere al ripristino.

Risulta dunque importante dotarsi di criteri per la determinazione delle frequenze dei controlli, di registrare le informazioni riguardanti le segnalazioni malfunzionamento/deterioramento e le relative riparazioni.

Nei locali in questione, ai fini della sicurezza antincendio, sono considerati i seguenti impianti tecnologici e di servizio:

- produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica;
- protezione contro le scariche atmosferiche;
- impianti di climatizzazione, condizionamento e refrigerazione e di ventilazione ed aerazione dei locali
- impianti tecnologici e di servizio inseriti nei processi produttivi.

Si ritengono quindi conformi gli impianti tecnologici e di servizio progettati, installati, verificati, eserciti e mantenuti a regola d'arte, in conformità alla regolamentazione vigente, secondo le norme di buona tecnica applicabili.

La regola dell'arte rende automaticamente soddisfatti gli obiettivi di sicurezza antincendio posti alla base di tale misura:

- sia limitata la probabilità di costituire essi stessi causa d'incendio o di esplosione;
- sia limitata la propagazione di un incendio all'interno degli ambienti di installazione e contigui;
- non rendano inefficaci le altre misure antincendio;
- consentano agli occupanti di lasciare gli ambienti in condizione di sicurezza;
- consentano alle squadre di soccorso di operare in condizione di sicurezza;
- siano disattivabili o altrimenti gestibili a seguito d'incendio.

Impianti elettrici

Tutti gli impianti elettrici hanno la propria dichiarazione di conformità a garanzia del fatto che sono stati progettati, installati, verificati a regola d'arte.

Protezione contro le scariche atmosferiche

È stata eseguita una valutazione del rischio dovuto ai fulmini in linea con quanto prescritto al par. S.10.6.4 da cui si desume che la struttura è autoprotetta.

Considerazioni a commento

❖ Riepilogo sintetico del caso studio

Nel presente caso studio è stata verificata la progettazione della misura S.10, illustrando le connessioni con la RTV V.1, per un locale tecnico asservito ad un grande capannone industriale nel quale si svolgono attività di processo, con la presenza di alcuni locali tecnici ad esso collegati.

Tali locali tecnici, costituiti da sale quadri/cabine elettriche e di trasformatori, risultano non soggetti, in quanto sottosoglia come attività 48.1.B (Macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantitativi superiori 1 m³), rientrando nella lett. c. del comma 2 del par. V.1.1.

Infatti, nel Cap. S.10, al punto a, vengono considerati gli impianti di tecnologici e di servizio per la produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica.

Nei locali in questione vi è quindi presenza di impianti rilevanti ai fini della sicurezza antincendio di cui al Cap. S.10 per quanto attiene alla produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione e utilizzazione dell'energia elettrica (voce a del comma 1 del par. S.10.1).

In relazione alle risultanze della valutazione del rischio di incendio, ed alle caratteristiche delle *aree a rischio specifico*, sono state applicate le misure previste al Cap. V.1.

❖ Commento dei risultati

Il caso esaminato ha proposto una situazione ricorrente nel settore industriale, ossia quella di locali elettrici con presenza di trasformatori contenenti olio minerale.

Tale situazione è stata efficacemente e semplicemente affrontata utilizzando le soluzioni conformi indicate al Cap. S.10, che inevitabilmente si rifanno alle norme CEI.

Pertanto il progettista non è chiamato a ricorrere a valutazioni del rischio complicate, bensì ad applicare la regola dell'arte per gli impianti in progetto, senza però dimenticare di effettuare una corretta valutazione del rischio, che deve essere finalizzata a garantire gli obiettivi di sicurezza antincendio per gli impianti richiamati nel Cap. S.10, senza dimenticare le potenziali interazioni negative con la restante parte dell'attività, che variano in funzione della specificità della stessa e pertanto non sono standardizzabili.

Caso studio 4: Aree a rischio specifico con centraline oleodinamiche - capannone industriale

Descrizione

Il presente caso studio fa riferimento ad un locale tecnico asservito al capannone industriale del caso precedente.

Per tali locali tecnici, valgono le considerazioni effettuate in premessa al caso precedente.

Nei locali in questione vi è presenza di impianti rilevanti ai fini della sicurezza antincendio di cui al Cap. S.10 per quanto attiene alla produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione e utilizzazione dell'energia elettrica (lett. a. del comma 1 del par. S.10.1).

In relazione alle risultanze della valutazione del rischio di incendio ed alle caratteristiche delle *aree a rischio specifico*, si procede, pertanto, all'applicazione delle misure previste al Cap. V.1.

Data la presenza di centraline oleodinamiche e dei relativi serbatoi all'interno di alcuni locali tecnici, si rientra sia nel criterio lett. a. sia nel criterio lett. d. sia nel criterio lett. e. di cui al comma 2 del par. V.1.1.

Risulta infatti un'area in cui vi è una quantità importante di materiali combustibili, costituiti da fluidi di processo in pressione.

Le centraline oleodinamiche e di lubrificazione sono impianti di servizio delle linee produttive e ad esse direttamente asservite.

Il primo parametro che le caratterizza è il volume di fluido elaborato; essendo un fluido combustibile, la pericolosità in termini di prevenzione incendi è legata poi alle pressioni e temperature in gioco nel macchinario. Nel caso in oggetto, vi sono due centraline aventi un serbatoio con una capacità superiore a 5000 l, mentre una terza centralina ha un serbatoio con una capacità inferiore a 1000 l.

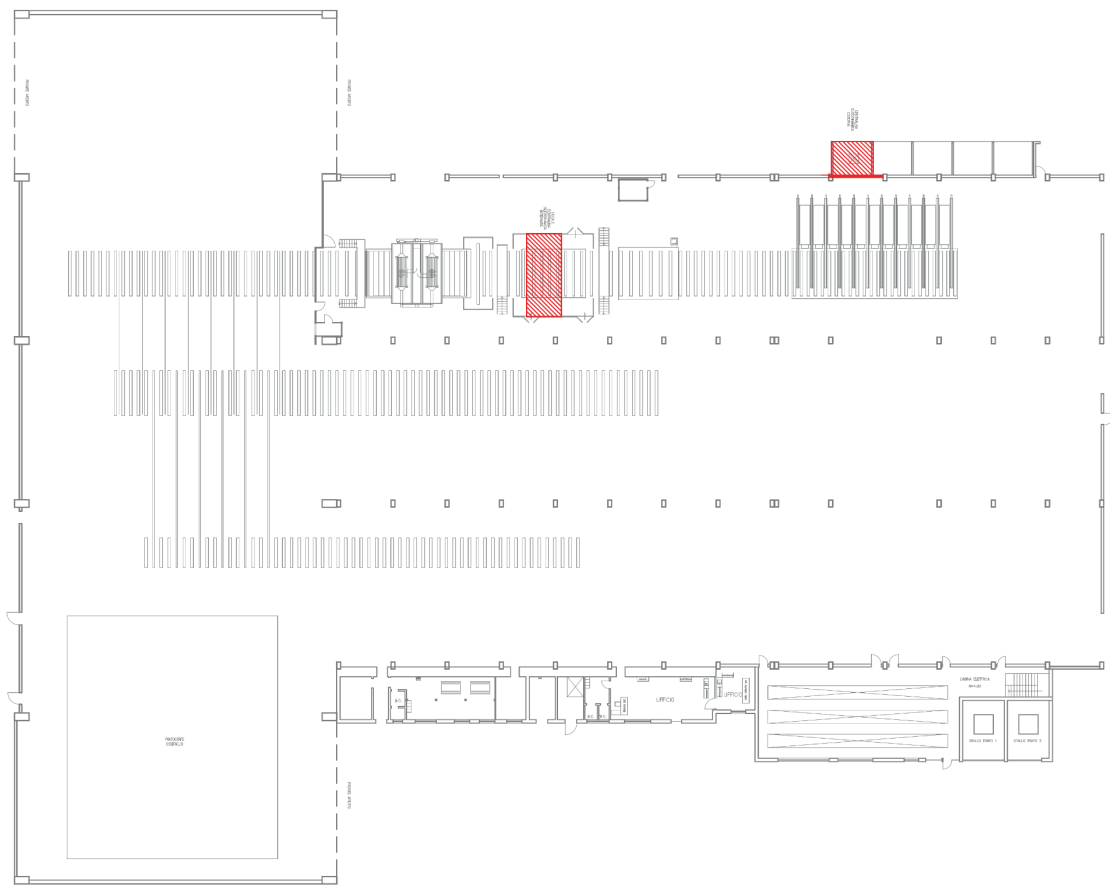
In impianti complessi, in relazione alle esigenze funzionali e alle geometrie del processo, le centraline oleodinamiche e le utilities di servizio sono distribuite nell'intorno delle linee, ubicate all'interno o all'esterno del contenitore dell'impianto oppure, nel caso di impianti caratterizzati da una rilevante estensione lineare, in vani interrati.

Dati salienti e attribuzione dei livelli di prestazione:

Superficie totale del complesso edilizio	$S = 7331 \text{ m}^2$ (opificio) + 31 m^2 (locale interrato) + 16 m^2 (locale esterno)
Apparecchiatura costruttiva	Strutture portanti opificio in carpenteria metallica, centraline ol. in C.A.
Numero addetti	35 nell'intero compartimento (non è prevista la presenza di persone esterne non accompagnate, né di persone disabili)
Materiale presente nelle centraline ol.	Serbatoi di olio e centraline oleodinamiche
Profilo di rischio R_{vita}	A3 (par. G.3.2.1)
Profilo di rischio R_{beni}	1 (par. G.3.3)
Reazione al fuoco	Livello I di prestazione (parr. S.1.3 e S.1.4)
Resistenza al fuoco	Livello III di prestazione (parr. S.2.2 e S.2.4.3)
Compartimenti antincendio	L'opificio costituisce un unico compartimento avente $q_f < 200 \text{ MJ/m}^2$ Livello III di prestazione (par. S.3.3) Il locale centralina ol. è compartimentato REI 60 vs. capannone
Esodo	Livello I di prestazione (par. S.4.2)
Gestione della sicurezza antincendio	Livello III di prestazione (parr. S.5.2 e S.5.4)
Controllo dell'incendio	Livello III di prestazione (parr. S.6.2 e S.6.8)
Rivelazione ed allarme	Livello IV di prestazione (parr. S.7.2 e S.7.4.4)
Controllo di fumi e calore	Livello II di prestazione (parr. S.8.3 e S.8.4.1)
Operatività antincendio	Livello IV di prestazione (parr. S.9.2 e S.9.4.3)
<i>Squadra interna emergenza</i>	<i>Squadra Vigili del Fuoco aziendali²⁴ presente H24</i>
Sicurezza degli impianti tecnologici	Livello I di prestazione (parr. S.10.3 e S.10.4.1)

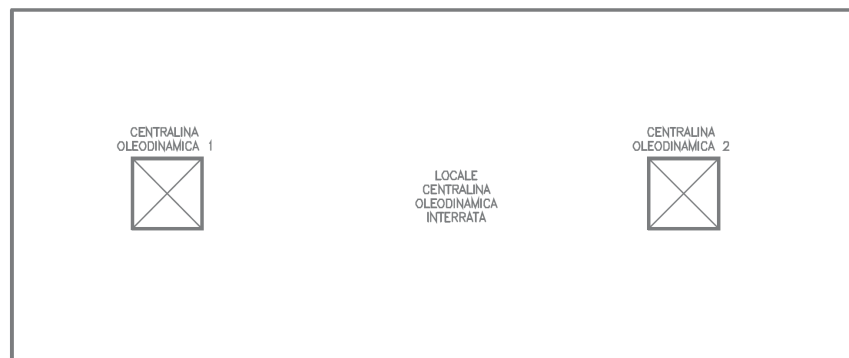
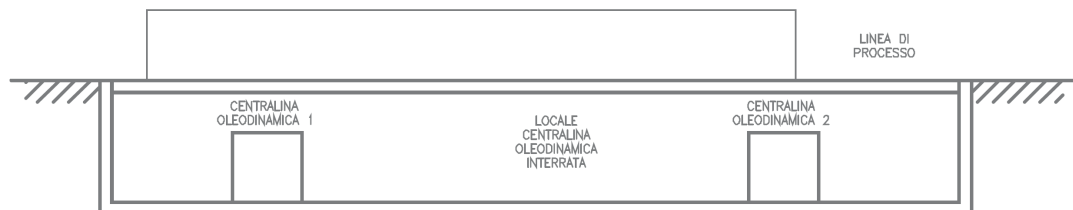
²⁴ Personale appositamente assunto, che svolge mansioni esclusive, dotato di apposite strutture e automezzi di pronto intervento, formato dal C.N.VV.F.; la qualifica è diversa rispetto a quella delle comuni squadre aziendali di pronto intervento composte, invece, da lavoratori normalmente adibiti ad altre mansioni ed addestrati per le semplici operazioni di primo soccorso.

Di seguito viene riportata la planimetria generale del sito, con l'evidenziazione in rosso dei locali adibiti a centraline oleodinamiche.



PLANIMETRIA GENERALE DEL CAPANNONE INDUSTRIALE

PIANO OFFICINA



PLANIMETRIA E SEZIONE DEL LOCALE TECNICO INTERRATO ADIBITO A CENTRALINE OLEODINAMICHE

Alcuni dei locali sono ubicati alla quota del piano dove è situata la linea di produzione del reparto, in ambienti compartimentati rispetto al capannone; altri si trovano al piano interrato e non sono compartimentati rispetto al piano officina, in quanto sono funzionali alla linea di processo.

Le centraline oleodinamiche presenti al piano interrato sono infatti asservite alle movimentazioni di componenti della linea di processo e, per esigenze legate alla tipologia di macchine, non è possibile trasferire tali centraline in locali al piano officina.

In tali ambiti, sono presenti serbatoi di olio idraulico, pompe elettriche ed altra componentistica oleodinamica specifica, direttamente asservita al funzionamento delle linee del reparto.

Nel presente caso studio saranno trattate le misure antincendio applicate: compartimentazione (ove possibile), rilevazione di incendio, spegnimento automatico, monitoraggio dei parametri di processo delle centraline oleodinamiche (pressione e temperatura olio in pressione), serbatoi di raccolta dell'olio idraulico eventualmente sversato dai serbatoi, ecc..

Lo scopo dell'esempio è quello di proporre delle *soluzioni conformi* inerenti le centraline oleodinamiche, individuate come locali accessori all'attività antincendio stessa, facenti parte del processo industriale come utilities.

Non presentando una specifica RTV di riferimento, possono essere trattate come *aree a rischio specifico*.

I locali tecnici adibiti a centraline oleodinamiche sono realizzati con struttura in calcestruzzo armato; mentre uno è stato costruito in adiacenza al fabbricato principale, all'esterno del capannone, l'altro è interrato e si trova in corrispondenza della linea di produzione.

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Trattasi di attività classificata al punto 51.3.C dell'allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151: "Stabilimenti siderurgici e per la produzione di altri metalli; attività comportanti lavorazioni a caldo di metalli, oltre 25 addetti".

Non esistono attività secondarie in quanto i locali tecnici risultano non soggetti, in quanto sottosoglia come attività 48.1.B (Macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantitativi superiori 1 m³).

Riferimenti normativi

- d.m. 3 agosto 2015 - "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del d.lgs. 8 marzo 2006, n. 139" - Aggiornamento d.m. 18 ottobre 2019, come aggiornata dai decreti 14 febbraio 2020 e 6 aprile 2020 per la sezione V.

Obiettivi dello studio

Ci si propone, nell'ambito generale della progettazione antincendio dell'attività, di focalizzare l'attenzione sulla misura antincendio *Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio*, in particolare facendo riferimento a quanto indicato al comma 2 del par. S.10.1 "*Per gli impianti tecnologici e di servizio inseriti nei processi produttivi dell'attività il progettista effettua la valutazione del rischio di incendio e prevede adeguate misure antincendio di tipo preventivo, protettivo e gestionale. Tali misure devono essere in accordo con gli obiettivi di sicurezza riportati al par. S.10.5*".

Più precisamente, si vuole proporre una *soluzione conforme* inerente le centraline oleodinamiche, individuate come locali accessori all'attività antincendio stessa e facenti parte del processo industriale come utilities che, non presentando una specifica RTV di riferimento, possono essere trattate come *aree a rischio specifico*.

Inquadramento del progetto antincendio in riferimento alla misura S.10

Considerato il disposto della lett. c del comma 2 del par. V.1.1, è necessario rispettare le prescrizioni di cui al par. S.10.4.1.

Valutazione del rischio

Nei locali tecnici adibiti a centraline oleodinamiche non è prevista presenza di personale, se non saltuariamente per operazioni di manutenzione e verifica.

La manutenzione viene condotta dal personale di reparto.

I materiali combustibili presenti in tali locali tecnici sono essenzialmente legati alla presenza di olio idraulico. Tale materiale è un liquido combustibile, non infiammabile, avente un'elevata temperatura di flash point (temperatura di infiammabilità) superiore a 218°C.

Il materiale combustibile risulta comunque contenuto all'interno di contenitori metallici (serbatoi e centraline oleodinamiche).

Pertanto, la velocità di propagazione di un eventuale incendio non è elevata, in quanto il materiale combustibile è confinato all'interno dei serbatoi e delle centraline oleodinamiche.

Nel caso in oggetto, al piano interrato vi sono due centraline aventi un serbatoio con una capacità superiore a 5000 l, mentre la terza centralina si trova nella tettoia esterna ed ha un serbatoio con una capacità inferiore a 1000 l.

Nei locali tecnici in questione, si valuta che gli scenari di incendio più probabili siano determinati da inneschi di natura elettrica, oppure legati a fuoriuscite accidentali dell'olio, che si potrebbe incendiare in presenza di un innesco (es. di un motore pompe surriscaldato per malfunzionamento).

Dato che l'olio è in pressione, si rende inoltre necessario utilizzare metodi di protezione che impediscano di creare jet fire (incendi di liquidi combustibili espulsi sotto forma di aerosol, poiché in pressione) dovuti a lesioni sulle tubazioni.

Per prevenire questo fenomeno, è necessario adottare sia strategie di messa in quiete della centralina in caso di abbassamento repentino di pressione sul circuito oleodinamico, che dotare le tubazioni flessibili di collari anti-sventaglio, che impediscano, in una prima fase del fenomeno, la diffusione incontrollata dello spray combustibile a tutto il locale.

Criteri di protezione delle centraline oleodinamiche

Lo screening di valutazione del rischio delle centraline oleodinamiche, volto ad individuare criteri omogenei di protezione delle stesse, viene effettuato tramite un metodo matriciale.

Per ciascuna centralina oleodinamica presente nei locali tecnici, i parametri indicizzati per valutarne la pericolosità riguardano:

- il quantitativo di olio presente;
- la localizzazione all'interno del reparto (presidiata/non presidiata, all'interno di locali dedicati sullo stesso piano o piani diversi);
- la distanza da eventuali elementi sensibili (materiale combustibile, vie di esodo, aree a rischio specifico, ecc.);
- la presenza di dispositivi di protezione attiva o passiva (sistema di by-pass olio, dispositivi "non-flapping devices");
- la strategicità relativa al processo produttivo.

Gli indici impiegati sono compresi tra 1 e 4 a seconda del livello di pericolosità (indice 1 = livello di pericolosità basso, indice 2 = livello di pericolosità medio, indice 3 = livello di pericolosità alto e indice 4 = livello di pericolosità alto e locale non presidiato); tali indici sono stati assegnati secondo la matrice sottostante.

Parametri	Livelli di pericolosità		
	Alto	Medio	Basso
Quantitativo di olio presente	Capacità ≥ 5000 l	$1000 \leq \text{Capacità} < 5000$ l	Capacità < 1000 l
Localizzazione all'interno del reparto	Locali non presidiati (piano interrato o locali chiusi dedicati)	Piano officina in ambienti aperti scarsamente frequentati	Ambienti presidiati (lungo la linea o in ambienti costantemente frequentati)
Distanza da elementi sensibili	$d \leq 3,5$ m	$3,5 \text{ m} < d \leq 5,0$ m	$d > 5,0$ m
Presenza di dispositivi di protezione	Assenti	Flessibili dotati di catenella anti-sventaglio	Flessibili dotati di catenella anti sventaglio e presenza di valvola a 3 vie per la messa in quiete
Strategicità produttiva	Centralina fondamentale per il processo	Centralina di linea che non compromette totalmente la produzione	Centralina per servizi ausiliari

Considerando ciascuna centralina oleodinamica presente nei locali tecnici in questione, si ha che sommando gli indici associati a ciascun parametro tipico della centralina stessa, il relativo livello di rischio può variare nei range tra alto, medio e basso (vedi tabella seguente).

Al livello di rischio potranno quindi corrispondere determinate misure di protezione antincendio (vedi tabella seguente).

Se il livello di rischio accordato risultasse basso, non occorrerebbero ulteriori misure di protezione rispetto a quelle intrinseche tipiche delle centraline.

Se viceversa il rischio fosse medio, sarebbe necessario proteggere la centralina tramite impianto di rivelazione incendi, fino ad arrivare ad un rischio alto, dove si andrebbe ad aggiungere anche lo spegnimento (vedi tabella seguente).

Livello di rischio	Range	Misure di protezione
ALTO	$X \geq 14$	Rivelazione e spegnimento
MEDIO	$10 > X > 14$	Rivelazione
BASSO	$X \leq 10$	Non necessarie

Dalla valutazione del rischio esposta nella tabella seguente, emerge un rischio “ALTO” per le due centraline oleodinamiche presenti al piano interrato, dato che le quantità di olio in gioco sono molto elevate, le centraline si trovano su locale interrato e non sono state rilevate protezioni a bordo macchina consistenti in flessibili dotati di catenella anti sventaglio/presenza di valvola a tre vie per la messa in quiete.

Per la centralina oleodinamica situata al piano officina emerge invece un rischio “BASSO”, dato che le quantità di olio in gioco sono molto inferiori, la centralina si trova su locale al piano officina non presidiato e sono state rilevate protezioni a bordo macchina consistenti in flessibili dotati di catenella anti-sventaglio/presenza di valvola a tre vie per la messa in quiete o sistema equivalente.

Centraline oleodinamiche	Valutazione del rischio						
	Quantità d'olio	Localizzazione	Distanza	Protezioni	Strategicità	Totale	Esito
Centralina 1 - interrato	3	4	1	3	3	14	ALTO
Centralina 2 - interrato	3	4	2	3	3	15	ALTO
Centralina piano officina	1	2	1	1	2	7	BASSO

Per tali ragioni, le centraline al piano interrato devono essere collocate in locali dotati di impianto di rivelazione automatica dell'incendio e impianto di spegnimento fisso come misura di adeguamento, mentre la centralina al piano officina non ha la necessità di ulteriori misure di protezione.

Strategia antincendio RTV V.1 (par. V.1.2)

Di seguito viene applicata la RTV V.1 Aree a rischio specifico all'area elettrica in questione.

In particolare, si riportano i vari punti del par. “V.1.2 Strategia antincendio” e le corrispondenti soluzioni progettuali adottate.

1. Per la valutazione del rischio e delle caratteristiche delle aree a rischio specifico, devono essere considerate almeno le informazioni desumibili dalle seguenti documentazioni:
 - a. schede di sicurezza di sostanze o miscele pericolose;
 - b. norme applicabili;
 - c. specifiche e manuali dei fabbricanti degli impianti e delle macchine.

Relativamente alle informazioni richiamate nel punto a., il fluido trattato dalle centraline oleodinamiche è un olio minerale, non infiammabile, ma combustibile.

Le caratteristiche chimico-fisiche salienti ai fini della prevenzione incendi riguardano:

- il punto di infiammabilità $\geq 220^{\circ}\text{C}$;
- il punto di autoaccensione $> 300^{\circ}\text{C}$.
- le misure antincendio; in particolare, i mezzi di spegnimento consigliati per incendi di piccole dimensioni sono anidride carbonica, polvere, schiuma, sabbia o terra, mentre per incendi di grandi dimensioni sono schiuma o acqua nebulizzata.

Questi mezzi devono essere utilizzati solo da personale adeguatamente addestrato.

Si esclude l'utilizzo di getti diretti d'acqua dato che questi potrebbero causare schizzi ed estendere l'incendio.

Per quanto riguarda le norme applicabili in tali contesti (punto b), di seguito si elencano quelle che contengono alcune prescrizioni riguardanti la protezione dagli incendi:

- d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i., in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;

- UNI EN ISO 12100:2010 Sicurezza del macchinario - Principi generali di progettazione - Valutazione del rischio e riduzione del rischio;
- UNI EN ISO 19353:2019 Sicurezza del macchinario - Prevenzione e protezione contro l'incendio;
- Direttiva 2014/68/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 15 maggio 2014 concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato di attrezzature a pressione (PED).

Per quanto concerne la valutazione dei contenuti del comma 1 il punto c., e con riferimento alle ultime due norme elencate afferenti alla sicurezza del macchinario, non si può prescindere dall'eventuale marcatura CE, ai sensi della direttiva Macchine, delle macchine presenti.

Se le macchine sono di recente costruzione e recano la marcatura CE, tale conformità garantisce che queste siano state progettate secondo norme armonizzate tra cui:

- la norma UNI EN ISO 12100:2010, la quale fornisce i principi generali di progettazione ai fini della sicurezza del macchinario, specificando i principi per la valutazione del rischio. In particolare, all'appendice B vengono forniti esempi di pericoli, dove è compreso come effetto anche l'incendio e si segnalano i punti della norma che permettono di contenerne il rischio;
- la norma UNI EN ISO 19353:2019, che entra nello specifico dei metodi per identificare i pericoli di incendio derivanti dal macchinario e per eseguire una valutazione del rischio.

Da quanto sopra, ne deriva che se un macchinario è marcato CE, ai sensi della direttiva Macchine, si presuppone che il fabbricante abbia affrontato i rischi di incendio inerenti alla macchina stessa e che il rispetto del relativo manuale di uso e manutenzione permetta di ridurre anche il rischio di incendio stesso.

I manuali di uso e manutenzione devono essere quindi messi a disposizione dei lavoratori, in quanto contengono le procedure di sicurezza, di esercizio e di eventuale intervento in emergenza specifiche per il macchinario stesso.

In tal caso le procedure di sicurezza diventano parte integrante del documento di Gestione della Sicurezza Antincendio del reparto, sia in condizioni di esercizio che di emergenza.

Nel caso in cui i macchinari non fossero marcati CE subentra il d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. in cui viene richiesta la conformità all'Allegato V *“Requisiti di sicurezza delle attrezzature di lavoro costruite in assenza di disposizioni legislative e regolamentari di recepimento delle direttive comunitarie di prodotto, o messe a disposizione dei lavoratori antecedentemente alla data della loro emanazione”*.

La procedura specificata all'Allegato V deve essere obbligatoriamente applicata a tutti i macchinari non marcati CE a garanzia del raggiungimento dei requisiti essenziali di sicurezza, provvedendo se necessario al loro adeguamento.

Infine, l'applicabilità dell'insieme oleodinamico o della macchina oleodinamica alla Direttiva PED rientra nell'esercizio in sicurezza delle attrezzature a pressione; l'eventuale assoggettabilità dell'insieme o della macchina oleodinamica va identificata sulla base di parametri specifici legati alla macchina o all'insieme con riferimento all'art. 1 *“ambito di applicazione”*.

Proseguendo con i vari punti della i vari punti del par. *“V.1.2 Strategia antincendio”*, si ha:

2. *In relazione alle risultanze della valutazione del rischio di incendio ed alle caratteristiche delle aree a rischio specifico, il progettista valuta, almeno, l'applicazione delle seguenti misure:*
 - a. *inserimento delle aree a rischio specifico in compartimenti distinti per ambiti aventi caratteristiche di rischio omogenee, interposizione di distanze di separazione, riduzione delle superfici lorde di compartimento, ubicazione fuori terra o su piani poco interrati;*

Come già anticipato nella descrizione del presente caso studio, le centraline oleodinamiche ubicate al piano interrato si trovano in locali ad uso esclusivo e con divieto di accesso in condizioni ordinarie.

Tale ubicazione è correlata alla diretta funzionalità ed interconnessione con le linee di processo. L'estensione in pianta di ciascun vano ricalca la disponibilità di spazio necessaria per l'installazione delle macchine e la loro manutenzione.

Oltre a quanto sopra, una centralina oleodinamica si trova in un locale avente una parete in comune con il reparto, in un ambiente ad uso esclusivo.

La diretta funzionalità della centralina alla linea di processo non permette che questa sia ulteriormente distanziata dal reparto stesso.

Per quello che concerne la superficie in pianta e lo sviluppo interno in termini di layout, con la presenza di eventuali comunicazioni dirette con il reparto per passaggio di servizi ed impianti, tale configurazione è adeguata alla complessità del contesto produttivo.

Avendo una parete in comune rispetto al reparto, per il locale al piano officina, si configura la necessità di costituire un compartimento con propria caratteristica di resistenza al fuoco.

Pertanto, al fine di concedere alla squadra interna dei VV.F. un certo margine in termini di tempi di intervento per l'estinzione dell'incendio, è opportuno che la parete addossata direttamente al reparto abbia caratteristiche di resistenza al fuoco pari a EI 120.

I relativi eventuali varchi di collegamento (porte e portoni scorrevoli) dovranno altresì possedere caratteristiche di resistenza al fuoco pari a EI 120.

Per il locale al piano interrato, come verrà esposto nel seguito del presente caso studio, non essendo possibile la compartimentazione del vano tecnico (sono infatti presenti una serie di passaggi impiantistici non eliminabili e non compartimentabili tra piano officina e piano interrato), il rischio di incendio verrà contenuto tramite l'utilizzo di impianti di protezione attiva (impianti di rilevazione automatica e di spegnimento).

Per quanto riguarda il punto b. della strategia antincendio indicata nella RTV V.1, al par. V.1.2 comma 2, questo indica come misure:

b. controllo dell'incendio con livello di prestazione III (capitolo S.6);

Come anticipato al paragrafo "Valutazione del rischio", nelle zone in cui vi sono centraline oleodinamiche, se necessario, si considera di attuare il controllo dell'incendio con impianti di spegnimento fissi.

Infatti, i risultati ottenuti attraverso l'analisi del rischio condotta secondo le tabelle contenute nel paragrafo "Valutazione del rischio", portano a considerare che le centraline oleodinamiche presenti nel locale interrato presentano tutte un rischio "ALTO", mentre quella presente nel locale al piano officina presenta un rischio "BASSO".

Per tali ragioni, mentre nel locale al piano officina non verrà installato un impianto di spegnimento, nel locale interrato si ipotizza un impianto di spegnimento fisso ad attivazione manuale (con scarica comandata da pulpito costantemente presidiato) o automatico (tipologia da definire in fase di progetto), come misura di adeguamento.

Tuttavia, non si prevede l'installazione di una rete idrica antincendio al piano interrato.

Infatti, l'utilizzo di acqua non additivata tramite idrante potrebbe essere pericoloso, in quanto il getto di acqua non additivata potrebbe dar luogo a spandimento dell'incendio o a fenomeni di boil over.

Pertanto, si prevede l'installazione di impianti di spegnimento fissi con acqua additivata, che possano evitare l'intervento manuale tramite rete idrica antincendio.

Ogni area a rischio specifico è provvista di estintori.

La tipologia di estintori va selezionata in riferimento alla classe d'incendio di cui alla tab. S.6-4.

In questo caso, a fronte della valutazione del rischio e per la natura dei materiali combustibili presenti, le classi d'incendio individuabili secondo la norma europea EN 2 sono del tipo A e B.

Dato che non si tratta di liquidi infiammabili, ma combustibili, non si è ritenuto opportuno applicare il criterio di installazione per gli estintori di tipo B fornito dalla tab. S.6-6.

Rimane invece valido quanto riportato al comma 4 del par. S.6.6.2.2 (distanza inferiore a 15 m rispetto alle sorgenti di rischio).

Dai sopralluoghi effettuati, emerge che la tipologia di estintori installata garantisce la copertura per entrambe le classi di fuoco.

Per i locali in oggetto, tuttavia la verifica dei mezzi di estinzione presenti risulta carente, in termini di numero di estintori presenti rispetto al rischio da proteggere (elevate quantità di olio idraulico).

Nel locale al piano officina, si ritiene pertanto di integrare gli estintori portatili con alcuni carrellati, mentre nel locale al piano interrato gli estintori presenti verranno integrati con altri estintori portatili di tipo 55A 233 B.

Per quanto riguarda il punto c. della strategia antincendio indicata nella RTV V.1, al par. V.1.2 comma 2, questo indica come misure:

c. installazione di sistemi manuali o automatici di inibizione, controllo o estinzione dell'incendio a bordo macchina per la protezione specifica degli impianti e delle apparecchiature a rischio specifico di incendio;

Tale misura non è applicabile al contesto in esame, in quanto l'installazione a bordo macchina di sistemi manuali o automatici di inibizione o controllo o estinzione dell'incendio potrebbe compromettere la marcatura CE della macchina stessa.

Si sottolinea che un eventuale principio di incendio all'interno dei locali tecnici adibiti a centralina oleodinamica sarebbe prontamente rilevato (in quanto un locale tecnico al piano interrato è monitorato da un impianto di rivelazione incendi; l'altro si trova al piano officina, pertanto un principio di incendio verrebbe prontamente rilevato dal personale, che presidia H24 l'attività) e successivamente vi sarebbe l'intervento degli addetti antincendio (presenti su turni H24), come previsto dalle misure di controllo dell'incendio.

Per tale motivo si reputa che, sebbene i sistemi di inibizione, controllo o estinzione dell'incendio a bordo macchina possano effettuare una ottimale protezione dei beni (per il ridotto tempo di reazione rispetto ad un intervento da parte di un addetto antincendio), ai fini della protezione delle persone sia sufficiente quanto sopra esposto.

Per quanto riguarda il punto d. della strategia antincendio indicata nella RTV V.1, al par. V.1.2 comma 2, questo indica come misure:

d. installazione di un impianto IRAI con livello di prestazione III (capitolo S.7);

Nello specifico il livello di prestazione IV; sono quindi ampiamente soddisfatti i seguenti punti:

- gli impianti di rivelazione ed allarme incendio (IRAI) progettati ed installati secondo la norma UNI 9795 sono considerati soluzione conforme.
Tali soluzioni sono descritte in relazione alle funzioni principali e secondarie descritte nella norma UNI EN 54-1 e riportate nelle tabb. S.7-5 e S.7-6;
- per la corretta progettazione, installazione ed esercizio di un IRAI deve essere prevista, in conformità alla vigente regolamentazione e alle norme adottate dall'ente di normazione nazionale, la verifica della compatibilità e della corretta interconnessione dei componenti, compresa la specifica sequenza operativa delle funzioni da svolgere.
I componenti degli IRAI verificati secondo la norma UNI EN 54-13 sono considerati soluzione conforme;
- la comunicazione dell'allarme con la funzione principale C verrà veicolata attraverso modalità multisensoriali cioè percepibili dai vari sensi, ovvero almeno due: vista e udito, per mezzo di pannelli ottico-acustici.

Come strategia interna, la protezione delle centraline oleodinamiche viene attuata attraverso l'analisi del rischio condotta con il metodo ad indici numerici.

In questo documento, tra i sistemi di protezione attiva vengono considerati la rivelazione ed i sistemi di spegnimento.

Sulla base dei risultati ottenuti attraverso l'analisi del rischio condotta secondo il documento di cui sopra, nel locale a piano officina non risulterebbe necessario installare un IRAI con livello di prestazione III, mentre nel locale interrato verrà installato un IRAI con livello di prestazione IV.

L'impianto dovrà essere dotato di dichiarazione di conformità e degli allegati obbligatori ai sensi del d.m. 22 gennaio 2008, n. 37 e s.m.i., nonché di allarme remotato a un pulpito presidiato, con la possibilità di individuazione dell'origine del segnale per zone.

Per quanto riguarda il punto e. della strategia antincendio indicata nella RTV V.1, al par. V.1.2 comma 2, questo indica come misure:

- e. installazioni di sistemi a bordo macchina per il rilevamento automatico di anomalie o guasti che comportino la deviazione dai parametri di funzionamento ordinario degli impianti e delle attrezzature di processo, con le funzioni automatiche di allarme ed intercettazione delle alimentazioni elettriche e dei fluidi pericolosi;*

In merito alla presenza di sistemi a bordo macchina per il rilevamento automatico di anomalie o guasti, nei locali in oggetto si ha la seguente dotazione minima:

Ogni centralina è dotata di controllo di temperatura, di pressione, di massimo e minimo livello, e massimo/minimo livello con blocco della pompa.

Gli allarmi in oggetto sono remotati al pulpito di controllo della linea di processo, che è un luogo di lavoro sempre presidiato da dove vengono gestite tutte le operazioni relative al processo produttivo. L'intervento è di tipo manuale.

Dall'analisi sopraesposta risulta che le centraline oleodinamiche allo stato attuale forniscono un allarme remoto, con intervento di tipo manuale.

Va verificato che il pressostato delle pompe di movimentazione segnali sia in grado di segnalare la condizione di alta pressione e quella di bassa pressione, necessaria per rilevare eventuali rotture improvvise delle tubazioni flessibili o perdite dai circuiti.

Sarà necessario inoltre verificare che i rilevatori di alta temperatura generino un allarme a pulpito presidiato, necessario per individuare eventuali malfunzionamenti dei sistemi, che possano portare a condizioni critiche e quindi all'innesco di un incendio.

Sarà inoltre necessario verificare l'adeguamento dei circuiti alla direttiva PED 97/23/CE e d.m. 1 dicembre 2005 n. 329 "Regolamento recante norme per la messa in servizio ed utilizzazione delle attrezzature a pressione e degli insiemi di cui all'art. 19 del d.lgs. 25 febbraio 2000, n. 93" e s.m.i.

Uno dei componenti maggiormente critici risulta la tubazione flessibile, contenente olio in pressione.

Tali flessibili dovranno essere verificati giornalmente per individuare danneggiamenti o perdite di olio e dovranno essere periodicamente sostituiti, in particolare quelli che più degli altri sono soggetti a usura per contatto con parti degli impianti, quelli che lavorano ad alte pressioni o che lavorano in condizioni ambientali più sfavorevoli.

Sarà pertanto necessario procedere alla sostituzione dei flessibili con le periodicità indicate dai produttori degli stessi, facendo riferimento a quanto indicato nei manuali operativi delle centraline oleodinamiche e delle macchine asservite.

Come misura di adeguamento, si ipotizza di implementare, per le tubazioni flessibili, la dotazione di collare e catena, atti ad evitare colpi di frusta ed incendi con liquidi combustibili in pressione.

Per quanto riguarda il punto f. della strategia antincendio indicata nella RTV V.1, al par. V.1.2 comma 2, questo indica come misure:

- f. effettuazione della valutazione del rischio per atmosfere esplosive (capitolo V.2);*

L'art. 293 del d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. stabilisce che il datore di lavoro deve ripartire in zone i luoghi a rischio esplosione, in conformità alle norme CEI EN 60079-10-1:2009-06 "Atmosfere esplosive. Parte 10-1: Classificazione dei luoghi. Atmosfere esplosive per la presenza di gas" e CEI EN 61241-10 "Classificazione delle aree dove sono o possono essere presenti polveri combustibili".

Per il reparto è stato già redatto il documento di classificazione delle aree a rischio esplosione ai sensi della norma CEI-EN 60079, che sarà rivisto secondo l'applicazione di tutti i punti della RTV V.2.

Per quanto riguarda il punto g. della strategia antincendio indicata nella RTV V.1, al par. V.1.2 comma 2, questo indica come misure:

- g. adozione di accorgimenti impiantistici e costruttivi per limitare e confinare i rilasci di sostanze o miscele pericolose;*

Le pompe delle centraline e il serbatoio di olio della centralina oleodinamica a piano officina sono dotati di bacino metallico di raccolta per le perdite di olio (di volume pari a $\frac{1}{4}$ della capacità del serbatoio), mentre i dispositivi oleodinamici presenti al piano interrato sono dotati di canalette grigliate per la raccolta di eventuali sversamenti di olio.

Le canalette sono state progettate con una pendenza tale da convogliare l'olio in pozzetti di raccolta dove sono installate pompe di rilancio con galleggiante, che inviano l'olio all'interno del flushing.

Considerato quanto sopra, è opportuno dotare le canalette di raccolta di sifoni tagliafiamma, realizzati in modo da evitare la propagazione dell'incendio tra una centralina oleodinamica e l'altra.

Per quanto riguarda il punto h. della strategia antincendio indicata nella RTV V.1, al par. V.1.2 comma 2, questo indica come misure:

h. adozione di accorgimenti per limitare l'impatto esterno di eventuali rilasci di sostanze o miscele pericolose;

Tale misura non è applicabile ai contesti in esame, in quanto gli oli impiegati non rientrano nel novero delle sostanze o miscele pericolose verso l'esterno dello stabilimento.

Per quanto riguarda il punto i. della strategia antincendio indicata nella RTV V.1, al par. V.1.2 comma 2, questo indica come misure:

i. adozione di sistemi di rilevazione ed allarme, di procedure gestionali per la sorveglianza ed il controllo dei parametri critici dei processi;

Si rimanda a quanto già detto precedentemente in merito all'approccio adottato per la discriminazione dei criteri di protezione, i sistemi di rivelazione ed allarme, i dispositivi a bordo macchina per rivelare i parametri critici dei processi ed intervenire prontamente.

Per quanto riguarda il punto j. della strategia antincendio indicata nella RTV V.1, al par. V.1.2 comma 2, questo indica come misure:

j. formazione, informazione ed addestramento degli addetti alla gestione delle lavorazioni e dei processi pericolosi;

Il locali tecnici adibiti a centraline oleodinamiche sono chiusi a chiave e sono accessibili solo al personale addetto di reparto ai fini dei controlli ispettivi.

Le squadre vengono costantemente formate, informate ed addestrate rispetto ai pericoli presenti in tale locale.

Per quanto riguarda il punto k. della strategia antincendio indicata nella RTV V.1, al par. V.1.2 comma 2, questo indica come misure:

k. disponibilità di specifiche attrezzature di soccorso, dispositivi di protezione collettiva e individuale;

Durante il tentativo di spegnimento di un principio di incendio, gli addetti antincendio dell'area elettrica sono tenuti ad indossare i DPI già in dotazione al personale della manutenzione elettrica di reparto:

- elmetto con visiera;
- indumenti multiprotezione (contro arco elettrico CEI EN 61482-1-2 e contro la fiamma limitata UNI EN ISO 14116).

Per quanto riguarda la compartimentazione multipiano, la strategia antincendio indicata nella RTV V.1, al par. V.1.2, comma 3, indica:

3. *Nel caso di compartimentazione multipiano dell'attività (capitolo S.3), le aree a rischio specifico devono comunque essere inserite in compartimento distinto.*

Per quanto riguarda la compartimentazione, al punto a) si è già specificato che:

- le centraline oleodinamiche ubicate al piano interrato si trovano in locali ad uso esclusivo e con divieto di accesso in condizioni ordinarie;
- la loro ubicazione è correlata alla diretta funzionalità ed interconnessione con le linee di processo;
- si evidenzia una analogia di componentistica tra tale area ed il reparto, ove vi sono circuiti ed attuatori oleodinamici;

- diversamente dai componenti oleodinamici disseminati sulla linea, i locali sono monitorati da impianti di rivelazione incendi, in quanto si tratta di locali chiusi e non permanentemente presidiati;
- l'estensione in pianta di ciascun vano ricalca la disponibilità di spazio necessaria per l'installazione delle macchine e la loro manutenzione.

Per il locale al piano interrato, come è stato esposto nel presente caso studio, non essendo possibile la compartimentazione del vano tecnico (sono infatti presenti una serie di passaggi impiantistici non eliminabili e non compartimentabili tra piano officina e piano interrato), il rischio di incendio verrà contenuto tramite l'utilizzo di impianti di protezione attiva (impianti di rilevazione automatica e di spegnimento).

Per tali motivi, al punto a) si è attribuito a tale locale interrato un livello di rischio paragonabile a quello della linea di processo e di conseguenza si è ritenuto opportuno ricomprenderlo nell'intero reparto produttivo, che ha un limitato carico di incendio ($q_{f,d} < 200 \text{ MJ/m}^2$).

Per tale area a rischio specifico, dato il limitato carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d}$, **non avendo una classe minima di resistenza al fuoco certificata per le strutture, non è configurabile la definizione di un compartimento** (come viene anche previsto dal comma 1 del par. S.3.7.1).

Infatti, l'opera da costruzione non è delimitata da prodotti o elementi costruttivi idonei a garantire, sotto l'azione del fuoco e per un dato intervallo di tempo, la resistenza al fuoco; di conseguenza, non si configura la definizione di compartimento secondo il comma 3 del par. G.1.8.

Tale misura non è quindi applicabile al caso in esame, in quanto, **non essendo previsto il compartimento, viene meno anche il concetto di compartimentazione multipiano, ovvero non siamo nel caso di compartimentazione multipiano dell'attività**.

La strategia antincendio indicata nella RTV V.1, al par. V.1.2, comma 4, indica:

4. *Le risultanze della specifica valutazione del rischio e le relative misure preventive, protettive e gestionali adottate devono essere considerate ai fini della gestione della sicurezza dell'attività (capitolo S.5).*

I locali tecnici adibiti a centralina oleodinamica, in quanto comunque facenti capo al reparto, sono soggetti alla stessa GSA (Gestione Sicurezza Antincendio) di reparto.

In via generale, valgono le stesse considerazioni fatte nella relazione tecnica generale di reparto al capitolo riguardante la Gestione della sicurezza antincendio.

Considerato che nei locali tecnici adibiti a centralina oleodinamica vi è presenza occasionale e di breve durata di personale formato, oltre a quanto richiesto dalla RTV V.1, al par. V.1.2, si è ritenuto opportuno individuare i percorsi di esodo e garantire un'adeguata illuminazione di sicurezza dei locali.

Negli elaborati grafici allegati sono stati individuati:

- i percorsi di esodo ed i punti di accesso/uscita verso spazio scoperto;
- i percorsi di esodo di raccordo al più generale sistema di esodo di reparto.

L'illuminazione di sicurezza deve essere conforme a quanto riportato al par. S.4.5.10.

Tutti gli ambiti in oggetto sono dotati di illuminazione di sicurezza: occorre verificare che in tutte le aree sia presente ed il funzionamento sia in linea con la normativa vigente (UNI EN 1838).

Sono stati installati i cartelli di esodo, nonché è presente la segnaletica orizzontale che indica i percorsi dedicati al passaggio delle persone.

Sono stati previsti anche i cartelli da apporre sulle uscite finali dal lato verso luogo sicuro, in linea con quanto richiesto al par. S.4.5.8 comma 2.

Le misure che ne conseguono sono dunque mirate al mantenimento in efficienza del sistema generale di esodo ponendo in atto una campagna di verifica periodica riguardante:

- lo stato di deterioramento della cartellonistica, soprattutto per quei cartelli esposti alle intemperie;
- lo stato di deterioramento della segnaletica orizzontale;
- l'efficienza dei dispositivi di apertura delle porte sulle vie di esodo, delle chiusure di compartimentazione antincendio.

ed in esito a tali verifiche eventualmente provvedere al ripristino.

Risulta dunque importante dotarsi di criteri per la determinazione delle frequenze dei controlli, di registrare le informazioni riguardanti le segnalazioni malfunzionamento/deterioramento e le relative riparazioni.

Nei locali in questione, ai fini della sicurezza antincendio, sono considerati i seguenti impianti tecnologici e di servizio:

- produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica;
- protezione contro le scariche atmosferiche;
- impianti di climatizzazione, condizionamento e refrigerazione e di ventilazione ed aerazione dei locali
- impianti tecnologici e di servizio inseriti nei processi produttivi.

Si ritengono quindi conformi gli impianti tecnologici e di servizio progettati, installati, verificati, eserciti e mantenuti a regola d'arte, in conformità alla regolamentazione vigente, secondo le norme di buona tecnica applicabili.

La regola dell'arte rende automaticamente soddisfatti gli obiettivi di sicurezza antincendio posti alla base di tale misura:

- sia limitata la probabilità di costituire essi stessi causa d'incendio o di esplosione;
- sia limitata la propagazione di un incendio all'interno degli ambienti di installazione e contigui;
- non rendano inefficaci le altre misure antincendio;
- consentano agli occupanti di lasciare gli ambienti in condizione di sicurezza;
- consentano alle squadre di soccorso di operare in condizione di sicurezza;
- siano disattivabili o altrimenti gestibili a seguito d'incendio.

Impianti elettrici

Tutti gli impianti elettrici hanno la propria dichiarazione di conformità a garanzia del fatto che sono stati progettati, installati, verificati a regola d'arte.

Protezione contro le scariche atmosferiche

È stata eseguita una valutazione del rischio dovuto ai fulmini in linea con quanto prescritto al par. S.10.6.4, da cui si desume che la struttura è autoprotetta.

Considerazioni a commento

❖ *Riepilogo sintetico del caso studio*

Nel presente caso studio è stata verificata la progettazione della misura S.10, illustrando le connessioni con la RTV V.1, per un locale tecnico asservito ad un grande capannone industriale nel quale si svolgono attività di processo, con la presenza di alcuni locali tecnici ad esso collegati.

Nei locali in questione vi è presenza di impianti rilevanti ai fini della sicurezza antincendio di cui al Cap. S.10 per quanto attiene al deposito, trasporto, distribuzione e utilizzazione di solidi, liquidi e gas combustibili, infiammabili e comburenti (lett. d. del comma 1 del par. S.10.1).

In relazione alle risultanze della valutazione del rischio di incendio, ed alle caratteristiche delle *aree a rischio specifico*, sono state applicate le misure previste al Cap. V.1.

Data la presenza di centraline oleodinamiche e dei relativi serbatoi all'interno di alcuni locali tecnici, si rientra sia nel criterio lett. a., che nel criterio lett. d. e nel criterio lett. e. di cui al comma 2 del par. V.1.1. Risulta infatti un'area in cui vi è una quantità importante di materiali combustibili, costituiti da fluidi di processo in pressione.

❖ *Commento dei risultati*

Il caso esaminato è interessante, in quanto permette di valutare un aspetto molto specifico del processo presente nell'attività, legato alla presenza di centraline oleodinamiche contenenti notevoli quantitativi di fluido combustibile in pressione.

Nel caso in oggetto, vi sono due centraline aventi un serbatoio con una capacità superiore a 5000 l, mentre una terza centralina ha un serbatoio con una capacità inferiore a 1000 l. Tale problematica molto specifica viene efficacemente affrontata ricorrendo principalmente alla V.1, nonché adottando le soluzioni conformi del Cap. S.10.

Ciò che porta alla corretta individuazione delle misure tecniche da mettere in campo per limitare il rischio incendio sono le risultanze della valutazione del rischio secondo i dettami della V.1, che consente al progettista di risolvere tutte quelle situazioni non standardizzabili e quindi non dotate di RTV. Alla V.1 va spesso abbinata la V.2 per le aree dove c'è la potenziale formazione di atmosfere esplosive.

Caso studio 5: Rilascio di liquido infiammabile in ambiente aperto

Descrizione

Il presente caso studio fa riferimento a quello riportato al n. 6 della pubblicazione, facente parte della presente Collana, denominata “Gestione della sicurezza e operatività antincendio”.

Trattasi di un complesso industriale, costituito da tre capannoni, assoggettabile ad attività 73.2.C dell'allegato I al d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151, come di seguito meglio specificato.

Il citato caso studio, riportato nell'esempio n. 6 della pubblicazione “Gestione della sicurezza e operatività antincendio”, data la coesistenza nel sito di una pluralità di ditte, direttamente funzionali ed interconnesse tra loro da un punto di vista impiantistico, si proponeva di verificare le condizioni nei punti di attesa soccorsi e nei punti di raccolta presenti all'interno del complesso industriale in caso di emergenza.

Per poter soddisfare le condizioni di sicurezza in tali punti, vista la peculiarità dell'area industriale nei quali sono inseriti, è necessario procedere per questi ambiti alla valutazione del rischio di formazione delle atmosfere esplosive di cui alla RTV V.2.

Dati salienti e attribuzione dei livelli di prestazione:

Numero addetti	200 (non è prevista la presenza di persone esterne non accompagnate, né di persone disabili)
Profilo di rischio R_{vita}	A1 (par. G.3.2.1)
Profilo di rischio R_{beni}	1 (par. G.3.3)
Reazione al fuoco	Livello I di prestazione (par. S.1.3 e par. S.1.4)
Resistenza al fuoco	Livello III di prestazione (par. S.2.3 e par. S.2.4.3)
Compartimentazione	Livello III di prestazione (par. S.3.3 e par. 3.4.2) Ogni capannone costituisce un unico compartimento
Esodo	Livello I di prestazione (par. S.4.3 e par. S.4.4.1) Esodo simultaneo (par. S.4.1, comma 3.a)
Gestione della sicurezza antincendio	Livello III di prestazione (par. S.5.3 e par. S.5.4.1) ²⁵
Controllo dell'incendio	Livello III di prestazione (par. S.6.3 e par. 6.4.2)
Rivelazione ed allarme	Livello II di prestazione (par. S.7.3 e par. 7.4.2)
Controllo di fumi e calore	Livello II di prestazione (par. S.8.3 e par. S.8.4.1)
Operatività antincendio	Livello III di prestazione (par. S.9.3 e par. S.9.4.2)
<i>Squadra interna emergenza</i>	<i>Squadra Vigili del Fuoco aziendali presente H24</i>
Sicurezza degli impianti tecnologici	Livello I di prestazione (par. S.10.3 e par. S.10.4.1)

Come noto, la valutazione del rischio esplosione si compone delle fasi elencate nel par. V.2.2 che qui si riportano per completezza:

- individuazione delle condizioni generali di pericolo di esplosione;
- identificazione delle caratteristiche delle sostanze infiammabili o polveri combustibili che possono dar luogo ad atmosfere esplosive;
- classificazione delle zone con pericolo di esplosione, tramite stima della probabilità di presenza, della durata e dell'estensione delle atmosfere esplosive;*
- identificazione dei potenziali pericoli di innesco e stima della probabilità che le sorgenti di accensione individuate possano diventare efficaci;
- valutazione dell'entità degli effetti prevedibili di un'esplosione;
- quantificazione del livello di protezione.

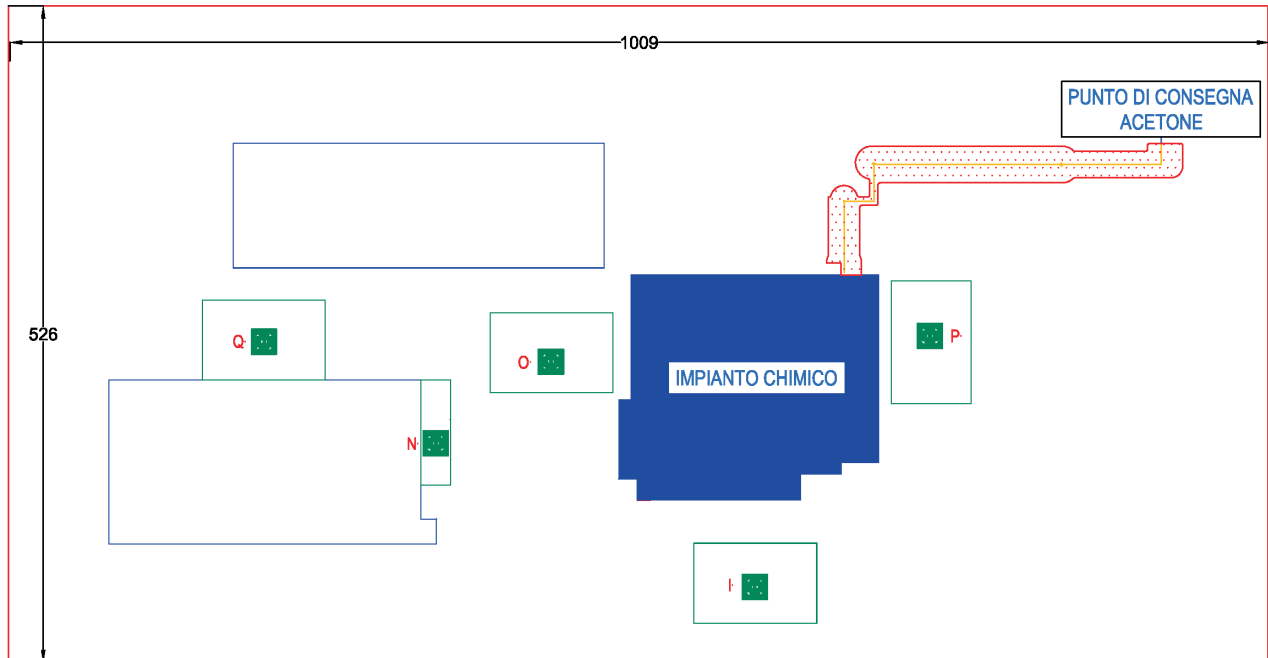
²⁵ Da un punto di vista di attribuzione dei livelli di prestazione, la tab. S.5-2 presente al par. S.5.3 consentirebbe di scegliere anche il livello di prestazione II, dato che l'affollamento del complesso industriale (200 persone, non aperto al pubblico) è inferiore a 300 persone.

Tuttavia, tale livello di prestazione non prevedrebbe la designazione di un “coordinatore unità gestionale GSA”, che invece sarebbe auspicabile per una realtà complessa, in cui si condividono piani di emergenza diversi e dove vi sono reti antincendio e vie di esodo (punti di raccolta) condivisi tra le varie realtà produttive presenti.

Pertanto, per questo motivo è stato selezionato un livello di prestazione III per quanto attiene alla misura antincendio S.5 “Gestione della Sicurezza Antincendio”.

Nel presente caso studio si riportano le attività di dettaglio per la fase c. “*classificazione delle zone con pericolo di esplosione*”, procedendo alla classificazione della zona dovuta al guasto ad una tenuta di flangia che interconnette una tubazione dedicata al trasferimento di acetone in un impianto chimico presente nel complesso.

Si fa riferimento, inoltre, alla lett. d. del comma 2 del par. S.10.1 e, conseguentemente, al disposto della RTV V.2 (*Aree a rischio per atmosfere esplosive*).



SCHEMA PLANIMETRICO DEL COMPLESSO INDUSTRIALE

Il riferimento utilizzato nel prosieguo della trattazione è rappresentato dalla norma CEI EN 60079-10-1:2016 “*Atmosfere esplosive - Parte 10-1: Classificazione dei luoghi - Atmosfere esplosive per la presenza di gas*”.

Le caratteristiche del rilascio del liquido infiammabile sono le seguenti:

Sostanza infiammabile	Acetone (CAS No 67-64-1)
Massa molare [M]	58,08 kg/kmol
Limite inferiore di infiammabilità [LFL]	2,5 %
Temperatura di autoaccensione [AIT]	539°C
Densità del gas [ρ_g]	2,42 kg/m ³ (calcolato in condizione ambiente)
Densità relativa all'aria [$\rho_{g,rel}$]	2
Tensione di vapore [p_v]	22870 Pa (in condizioni ambiente)
Densità del liquido [ρ_l]	792 kg/m ³
Sorgente di emissione [SR]	Tenuta in fibra compressa
Grado di emissione	Secondo (guasto alla tenuta)
Coefficiente d'efflusso [C_d]	0,85 (ipotesi di foro regolare)
Superficie di emissione [S]	2,5 mm ² (condizioni di espansione dell'apertura in presenza di liquido in pressione)
Pressione nel contenimento [p]	2 barg
Costante specifica dei gas [R]	8314 J/kmol K
Fattore di comprimibilità [Z]	1 (liquido)
Fattore di sicurezza sull'LFL [k]	0,5 (pur essendo l'LFL dell'acetone un valore ben noto e affidabile, si assume un coefficiente di sicurezza pari a 2 in virtù del tipo di dispersione dello scenario)

Le caratteristiche dell'ambiente sono le seguenti:

Ambiente esterno	Luogo privo di ostacoli ($f = 1$)
Presidio	E' credibile un intervento di bonifica della pozza in un tempo non superiore a 15 min
Pressione ambiente [p_a]	101325 Pa
Temperatura ambiente [T]	20 °C
Altezza di rilascio [h_r]	≤ 5 m (altezza di installazione della tubazione)
Velocità dell'aria [u_w]	0,25 m/s (tab. C.1 della norma CEI EN 60079-10-1:2016 in corrispondenza della pozza di infiammabile)
Disponibilità della ventilazione	Buona (ventilazione esterna sempre presente)



Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Trattasi di attività, classificata al punto 73.2.C dell'allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151: "Edifici e/o complessi edilizi a uso terziario e/o industriale caratterizzati da promiscuità strutturale e/o dei sistemi delle vie di esodo e/o impiantistica con capienza superiore a 500 unità, ovvero superficie complessiva superiore a 6000 m², (indipendentemente dal numero di attività costituenti e dalla relativa diversa titolarità)".

Il complesso industriale risulta interessato all'applicazione della attività n. 73 a causa della promiscuità impiantistica presente all'interno dello stesso.

Per comprendere la definizione di promiscuità strutturale ed impiantistica all'interno dello stabilimento, risulta chiarificatrice una determinazione del C.N.VV.F. (F.A.Q. di prevenzione incendi - attività soggette del 28 dicembre 2011 http://www.vigilfuoco.it/asp/FAQ_PISoArg.aspx?SA=73), cui si rimanda.

Riferimenti normativi

- d.m. 3 agosto 2015 - "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del d.lgs. 8 marzo 2006, n. 139" - Aggiornamento d.m. 18 ottobre 2019, come aggiornata dai decreti 14 febbraio 2020 e 6 aprile 2020 per la sezione V.

Obiettivi dello studio

Ci si propone, nell'ambito generale della progettazione antincendio dell'attività, di focalizzare l'attenzione sulla misura antincendio *Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio*, in particolare facendo riferimento a quanto indicato al comma 2 del par. S.10.1 "Per gli impianti tecnologici e di servizio inseriti nei processi produttivi dell'attività il progettista effettua la valutazione del rischio di incendio e prevede adeguate misure antincendio di tipo preventivo, protettivo e gestionale. Tali misure devono essere in accordo con gli obiettivi di sicurezza riportati al par. S.10.5".

Più precisamente, in relazione al valutazione del rischio di formazione di atmosfere esplosive (cap. V.2), si propone la classificazione dovuta al guasto ad una tenuta di flangia che interconnette una tubazione dedicata al trasferimento di acetone in un impianto chimico.

Il *pipe rack* nel quale la tubazione è inglobata è collocato in luogo aperto in prossimità della viabilità di stabilimento.

Lo scenario di classificazione sarà quindi l'emissione dalla tubazione che genererà al suolo una pozza di liquido infiammabile.

Inquadramento del progetto antincendio in riferimento alla misura S.10

Considerato il disposto del comma 2 del par. V.2.3.2, è necessario rispettare le prescrizioni relative agli impianti (come definiti al precedente comma 1) e a tutti i loro dispositivi di collegamento.

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

Tipologia della zona classificata

Utilizzando i parametri sopra specificati, applicando l'equazione B.1 della norma CEI EN 60079-10-1:2016, si ottiene la seguente portata di emissione:

$$W = C_d \cdot S \cdot \sqrt{2 \cdot \rho_l \cdot \Delta p} \cong 0,038 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Considerando un tempo di intervento della squadra di emergenza pari a 15 min (rilevazione e bonifica pozza, $t_b = 900$ s) ed uno spessore dello sversamento non inferiore a 0,005 m ($h_m = 5$ mm a causa della pavimentazione in cemento) la superficie complessiva della pozza, al netto della quantità evaporata durante il processo di sversamento, sarà data dalla seguente equazione:

$$A_p = \frac{W \cdot t_b}{h_m \cdot \rho_l} \cong 8,6 \text{ m}^2$$

Il diametro corrispondente, nell'ipotesi di circolarità della pozza, risulta quindi pari a circa 3,3 m.

La portata di vapore dalla pozza sarà data dall'equazione B.6 della norma CEI EN 60079-10-1:2016.

Si ha pertanto:

$$W_g = \frac{6,55 \cdot u_w^{0,78} \cdot A_p \cdot p_v \cdot M^{0,667}}{R \cdot T} \cong 0,0027 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

L'emissione caratteristica W_g^* sarà invece la seguente (punto C.3.5 della norma CEI EN 60079-10-1:2016):

$$W_g^* = \frac{W_g}{\rho_g \cdot k \cdot \text{LFL}} = 0,089 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Nota la W_g^* si procede al calcolo delle velocità dell'aria che delimitano le aree ad ALTA, MEDIA e BASSA diluizione.

Si ha pertanto:

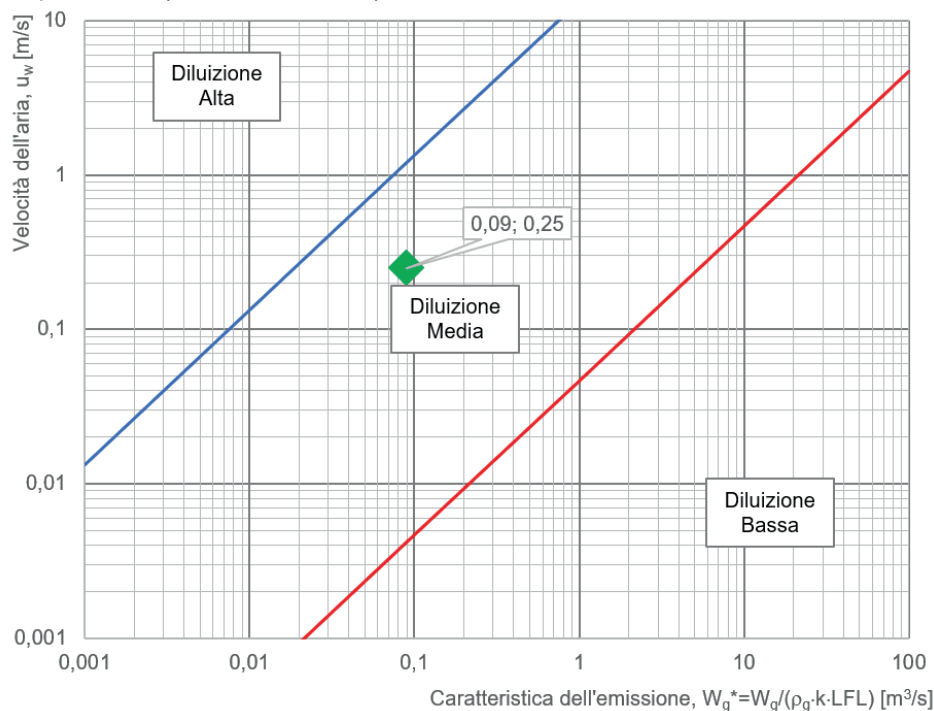
$$u_{w,AM} = 10^{\text{Log} W_g^* + 1,1315} \cong 1,21 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$u_{w,MB} = 10^{\text{Log} W_g^* - 1,3488} \cong 0,004 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Essendo u_w pari a 0,25 m/s, poiché è verificata la seguente disuguaglianza:

$$u_{w,MB} < u_w < u_{w,AM}$$

la zona risulta di tipo esteso (diluizione MEDIA).



GRADO DI DILUIZIONE

Il tipo di *zona classificata* sarà quindi la seguente (tab. D.1 della norma CEI EN 60079-10-1:2016):

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 hazardous [Zona 0NE] ¹	Zona 2 [Zona 0NE] ¹	Zona 1 [Zona 0NE] ¹	Zona 0	Zona 0 + Zona 2	Zona 0 + Zona 1	Zona 0
Primo	Non hazardous [Zona 1NE] ¹	Zona 2 [Zona 1NE] ¹	Zona 2 [Zona 1NE] ¹	Zona 1	Zona 1 + Zona 2	Zona 1 + Zona 2	Zona 1 oppure Zona 0 ³
Secondo ²	Non hazardous [Zona 2NE] ¹	Non hazardous [Zona 2NE] ¹	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 1 e persino Zona 0 ³

¹ Zona 0 NE, 1 NE oppure 2 NE indica una zona teorica nella quale, in condizioni normali, l'estensione è trascurabile.

² 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.

³ Sarà zona 0 se la ventilazione è così debole e l'emissione è tale che, in pratica, un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas esiste virtualmente in continuazione (avvicinandosi cioè ad una condizione di "assenza della ventilazione").

'+' significa "circondato da".

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

Il seguente prospetto riepiloga i risultati calcolati:

Grado di diluizione	Medio
Tipo di zona	Zona 2
Gruppo e classe di temperatura	IIAT1

Ampiezza della zona classificata

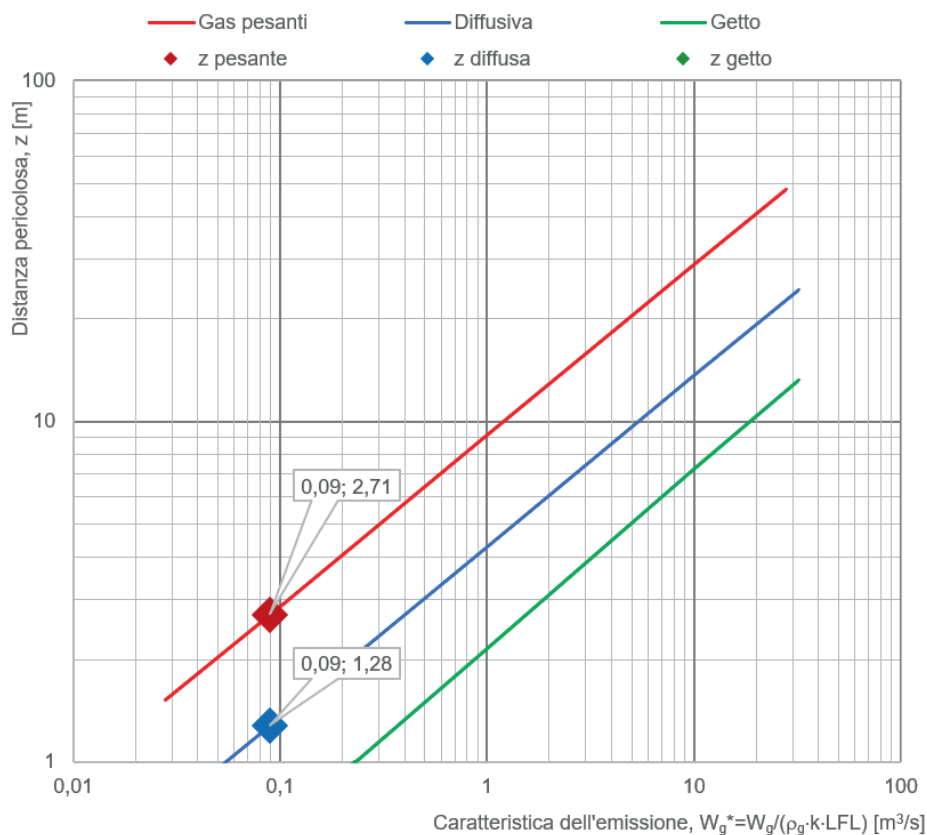
Poiché la densità del vapore emesso dalla pozza è superiore a quella dell'aria ($2,4 \text{ kg/m}^3$ vs. $1,2 \text{ kg/m}^3$) l'emissione si considera come gas denso.

Si ha, relativamente all'estensione orizzontale della zona pericolosa a partire dal bordo pozza, il seguente valore:

$$z = 10^{0,5 \cdot \text{Log} W_g^* + 0,9571} \cong 2,7 \text{ m}$$

L'estensione verticale della zona classificata, invece, sarà invece data dalla seguente equazione (emissione diffusiva):

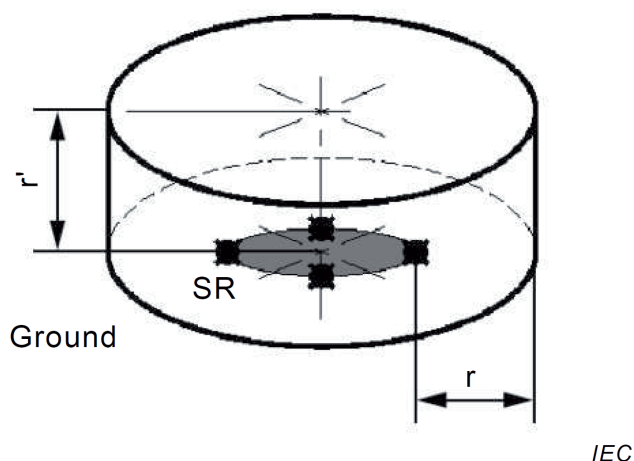
$$z^l = 10^{0,5 \cdot \text{Log} W_g^* + 0,6281} \cong 1,3 \text{ m}$$



DISTANZA PERICOLOSA

La forma della zona classificata possiede, in conclusione, le seguenti caratteristiche:

- **diametro equivalente**, $d_{eq} = 3,3 \text{ m}$;
- **estensione orizzontale**, $z = 2,7 \text{ m}$ a partire dal bordo pozza;
- **estensione verticale**, $z^l = 1,3 \text{ m}$ a partire dal suolo;
- **forma**: cilindrica (*Fonte: IEC, 2015*).



Misure di prevenzione e protezione finalizzate a limitare l'estensione della zona classificata

I precedenti calcoli sono stati svolti nell'ipotesi della presenza di una pozza di liquido infiammabile sversata su cemento in assenza di cordoli.

Le principali misure tecniche volte a limitare l'estensione delle zone a rischio di esplosione causate dallo scenario di sversamento in pozza possono essere di seguito riepilogate:

- installazione di tenute di flangia realizzate con materiali maggiormente affidabili rispetto alla fibra compressa; il foro di guasto si riduce e, in conseguenza di questo, lo sversamento diviene minore;
- installazione di cordoli fissi finalizzati a limitare l'esposizione all'aria della pozza; si riduce la superficie e la conseguente portata di emissione;
- installazione di controlli strumentati di sicurezza; nella norma CEI 31-35:2012 si stimano intervalli di tempo non superiori a 10 s per l'intercettazione automatica da dispositivi rilevatori.

Un alto aspetto rilevante è connesso allo spessore della pozza e, in molti casi, tale parametro è stato collegato alla tipologia di suolo di deposito del liquido.

Una parametrizzazione di questo aspetto è illustrata nel Purple Book del TNO²⁶.

Rif.	Tipologia di suolo	Spessore atteso della pozza [m]
A	Terreno sabbioso compattato, cemento, pietre, sito industriale	0,005
B	Terreno sabbioso normale, ghiaia, cantiere ferroviario	0,010
C	Terreno sabbioso rugoso, terreno agricolo, prato	0,020
D	Terreno molto rugoso, terreno sabbioso coltivato e con buche	0,025

A parità di sversamento e di parametri di ventilazione, la quantificazione in termini di estensione della zona classificata è riportata nella tabella seguente.

In essa è evidente il vantaggio di sicurezza che alcuni terreni restituiscono rispetto allo scenario *worst case* (suolo in cemento).

Rif.	Diametro equivalente pozza, d_{eq} [m]	Estensione orizzontale (a partire da bordo pozza), z [m]	Estensione verticale (a partire dal suolo), z' [m]
A	3,3	2,7	1,3
B	2,3	1,9	0,9
C	1,7	1,4	0,6
D	1,5	1,2	0,6

²⁶ TNO (2005) *Guidelines for Quantitative Risk Assessment, CPR18E. Purple Book TNO (NL)*

Considerazioni a commento

❖ *Riepilogo sintetico del caso studio*

Nel presente caso studio ci si è limitati alla valutazione dell'estensione dell'area con atmosfera potenzialmente esplosiva, evidenziando i parametri principali che la caratterizzano e come possono cambiare gli esiti in funzione di alcuni accorgimenti costruttivi.

❖ *Commento dei risultati*

Nel caso studio proposto

In generale, questo semplice esempio risulta utile per illustrare come si procede alla determinazione dell'estensione delle aree ATEX in caso di perdite di liquidi infiammabili da tubazioni in ambiente aperto; in caso di perdite in ambiti al chiuso, è evidente come le valutazioni siano più complicate e le misure da porre in atto siano molto più articolate, impegnative e complesse, sia ai fini preventivi che protettivi (es.: ventilazione, grado di disponibilità, utilizzo di apparecchiature di processo marcate CE ATEX con specifiche caratteristiche antiesplorazione, ecc.)

Caso studio 6: Calcolo delle superfici di sfogo dell'esplosione in un silos di stoccaggio

Descrizione

Il presente caso studio fa riferimento a quello riportato al n. 2 della presente pubblicazione.

Si fa qui riferimento alla presenza del silos adibito allo stoccaggio di polveri combustibili di natura alimentare nell'ambito dell'area di pertinenza del complesso industriale.

Nello specifico, si vuole esporre una possibile metodologia per il calcolo EPR Explosion Pressure Resistant (apparecchi resistenti alla pressione di esplosione), così come definita dalla norma UNI EN 14460:2018, delle superfici di venting (di sfogo) del silos.

Dati salienti e attribuzione dei livelli di prestazione:

Superficie totale del magazzino	$S = 5275 \text{ m}^2$
Apparecchiatura costruttiva	Strutture portanti in carpenteria metallica
Numero addetti	10 (non è prevista la presenza di persone esterne non accompagnate, né di persone disabili)
Materiale presente	Materiale vario in deposito, prevalentemente di tipo metallico, supportato da pallet in legno
Profilo di rischio R_{vita}	A3 (par. G.3.2.1)
Profilo di rischio R_{beni}	1 (par. G.3.3)
Reazione al fuoco	Livello I di prestazione (par. S.1.3 e par. S.1.4)
Resistenza al fuoco	Livello di prestazione I (attribuito dimostrando il raggiungimento degli obiettivi di sicurezza, comma 4 par. G.2.6.4)
Compartimenti antincendio	Livello II di prestazione (par. S.3.2) Il capannone costituisce un unico compartimento
Esodo	Livello I di prestazione (par. S.4.2)
Gestione della sicurezza antincendio	Livello III di prestazione (par. S.5.2 e par. S.5.4)
Controllo dell'incendio	Livello III di prestazione (par. S.6.2 e S.6.8) unica rete antincendio che serve i tre capannoni
Rivelazione ed allarme	Livello IV di prestazione (par. S.7.2 e S.7.4.4)
Controllo di fumi e calore	Livello II di prestazione (par. S.8.3 e par. S.8.4.1)
Operatività antincendio	Livello IV di prestazione (par. S.9.2 e par. S.9.4.3)
<i>Squadra interna emergenza</i>	<i>Squadra Vigili del Fuoco aziendali²⁷ presente H24</i>
Sicurezza degli impianti tecnologici	Livello I di prestazione (par. S.10.3 e par. S.10.4.1)

Si fa riferimento, nel presente caso studio, alla lett. d. del comma 2 del par. S.10.1 e, conseguentemente, al disposto della RTV V.2 (*Aree a rischio per atmosfere esplosive*).

Il riferimento utilizzato nel prosieguo della trattazione è rappresentato dalla norma CEI EN 60079-10-2:2016 "*Atmosfere esplosive - Parte 10-2: Classificazione dei luoghi - Atmosfere esplosive per la presenza di polveri combustibili*".

All'interno della zona deposito è presente in modo continuo per lunghi periodi un'ATEX sotto forma di nube di polvere combustibile in aria; la classificazione di tale zona è dunque di tipo 20.

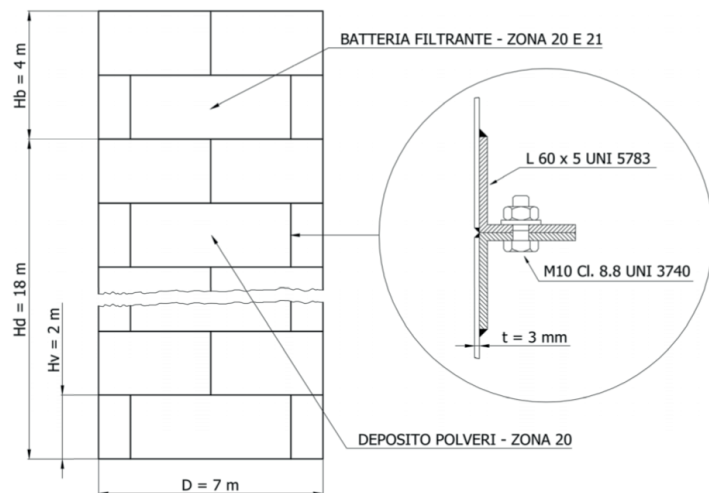
Tale ATEX è presente anche nella zona "sporca" della batteria filtrante.

Per contro, a valle del tessuto delle maniche di filtraggio è improbabile la formazione di un'ATEX durante il funzionamento ordinario; tale evenienza si verifica in occasione, per esempio, della rottura del tessuto di filtraggio; la zona è dunque classificabile 22.

Preliminarmente, sarà necessario determinare la pressione ridotta a cui il silos può resistere individuando gli elementi più deboli della struttura, che in questo caso sono le giunzioni bullonate tra le virole, come indicato nella figura seguente.

²⁷ Personale appositamente assunto, che svolge mansioni esclusive, dotato di apposite strutture e automezzi di pronto intervento, formato dal C.N.VV.F.; la qualifica è diversa rispetto a quella delle comuni squadre aziendali di pronto intervento composte, invece, da lavoratori normalmente adibiti ad altre mansioni ed addestrati per le semplici operazioni di primo soccorso.

Il cilindro del silos, infatti, è formato da virole in lamiera liscia d'acciaio strutturale zincate. La lamiera del mantello è accoppiata per mezzo di profili ad L saldati e forati con passo di 50 mm.



STRUTTURA DEL SILOS

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Trattasi di attività, classificata al punto 70.2.C dell'allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151: "Locali adibiti a depositi con quantitativi di merci e materiali combustibili superiori complessivamente a 5000 kg, di superficie lorda superiore a 3000 m²".

Come detto, all'interno della citata attività principale si ipotizza, nel presente caso studio, l'esistenza di due attività secondarie trattate come *aree a rischio specifico* inerenti ad un generatore di vapore ed un silos di stoccaggio dell'amido:

- 74.3.C - Impianti per la produzione di calore alimentati a combustibile solido, liquido o gassoso con potenzialità superiore a 700 kW;
- 27.1.B - Depositi di cereali e di altre macinazioni, con quantitativi in massa da 50000 a 100000 kg.

Riferimenti normativi

- d.m. 3 agosto 2015 - "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del d.lgs. 8 marzo 2006, n. 139" - Aggiornamento d.m. 18 ottobre 2019, come aggiornata dai decreti 14 febbraio 2020 e 6 aprile 2020 per la sezione V.

Obiettivi dello studio

Ci si propone, nell'ambito generale della progettazione antincendio dell'attività, di focalizzare l'attenzione sulla misura antincendio *Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio*, in particolare facendo riferimento a quanto indicato al comma 2 del par. S.10.1 "Per gli impianti tecnologici e di servizio inseriti nei processi produttivi dell'attività il progettista effettua la valutazione del rischio di incendio e prevede adeguate misure antincendio di tipo preventivo, protettivo e gestionale. Tali misure devono essere in accordo con gli obiettivi di sicurezza riportati al par. S.10.5".

Più precisamente, si vuole proporre una metodologia di progettazione per il calcolo delle superfici di sfogo dell'esplosione in un silos di stoccaggio.

Inquadramento del progetto antincendio in riferimento alla misura S.10

Considerato il disposto del comma 2 del par. V.2.3.2, è necessario rispettare le prescrizioni relative agli impianti (come definiti al precedente comma 1) e a tutti i loro dispositivi di collegamento.

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

Scelta della strategia di resistenza del contenimento

La metodologia progettuale con la quale verranno sviluppati i calcoli, come detto, è l'EPR.

Non si accetta, pertanto, che dopo l'esplosione siano presenti deformazioni plastiche residue in capo agli elementi strutturali.

I metodi di progettazione e di calcolo degli apparecchi resistenti alla pressione di esplosione sono assimilabili a quelli descritti nella norma UNI EN 13445-1/6 "Recipienti a pressione non esposti a fiamma" e a tali metodologie faremo riferimento.

In particolare, nel corso di un carico di breve durata, al quale l'esplosione è riconducibile, la tensione di snervamento nell'acciaio aumenta, ma la tensione di rottura non viene particolarmente influenzata.

L'aumento effettivo della tensione di snervamento dipende dalla velocità di deformazione e dalle caratteristiche dell'acciaio sottoposto a test.

La velocità di deformazione nei casi da noi studiati è compresa nel range 10^{-4} a 10^{-2} s⁻¹.

Al diminuire della velocità di deformazione il valore della tensione di snervamento raggiungerà i valori tipici tabulati nelle prove di trazioni statica.

In questo senso, quindi, l'adozione dei parametri di resistenza statica appare una scelta conservativa.

Dati di progetto per il calcolo della pressione ridotta

I dati di progetto in ingresso sono i seguenti:

- diametro: $D = 7$ m;
- altezza totale: $H = 22$ m;
- spessore minimo della lamiera del mantello: $s = 3$ mm;
- bulloni: M10 Classe 8.8 norma UNI 3740 (montati con passo $p_s = 50$ mm);
- profili di collegamento tra le lamiere: L 60 x 5 norma UNI 5783;
- acciaio utilizzato (profili, lamiere): S275 norma UNI EN 10025 (Fe 430)
- sistema di filtraggio: n. 130 maniche in agugliato poliestere di altezza $H_m = 3,5$ m e diametro $d = 130$ mm con sistema di pulizia pulse jet.

Calcolo della tensione ammissibile

L'acciaio S275 UNI EN 10025 possiede le seguenti caratteristiche:

- $\sigma_{p0,2} = 275$ N/mm²
- $\sigma_r = 430 \div 580$ N/mm²
- $A_{min} = 22$ %

La tensione ammissibile di calcolo è fornita dalla norma EN 13445-3 come modificata dalla norma EN 14460; si ha pertanto:

$$\sigma_{nc} = \min\left(\frac{\sigma_{p0,2}}{1,5}; \frac{\sigma_r}{2,4}\right) = \min\left(\frac{275}{1,5}; \frac{430}{2,4}\right) \cong 179,2 \frac{N}{mm^2}$$

data la modalità di progettazione EPR la tensione ammissibile per lamiere e profili è dunque:

$$\sigma_{adm,l\&p} = \sigma_{nc}$$

L'acciaio costituente i bulloni di classe 8.8 possiede invece le seguenti caratteristiche:

- $\sigma_{p0,2} = 640$ N/mm²
- $\sigma_r = 800$ N/mm²

Anche in questo caso, la tensione ammissibile di calcolo è fornita dalla norma EN 13445-3 come modificata dalla norma EN 14460; si ha pertanto:

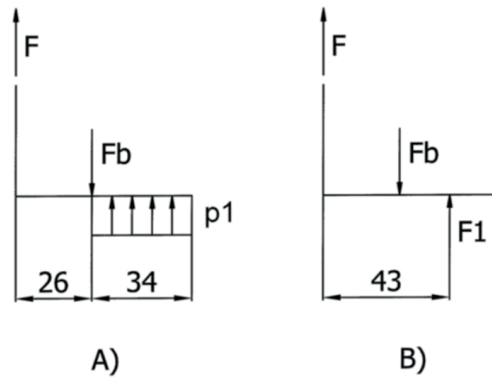
$$\sigma_{nc}^I = \min\left(\frac{\sigma_{p0,2}}{3}; \frac{\sigma_r}{4}\right) = \min\left(\frac{640}{3}; \frac{800}{4}\right) \cong 200 \frac{N}{mm^2}$$

Data la modalità di progettazione EPR, la tensione ammissibile per i bulloni è dunque:

$$\sigma_{adm,b} = \sigma_{nc}$$

Calcolo della resistenza del contenimento

Sulla base delle precedenti indicazioni, nello schema statico di calcolo individuato nella figura seguente è specificata la pressione p_1 di reazione tra le lamiere a contatto, la forza di vincolo esercitata dalla bullonatura denominata F_b e la forza tendente a separare le lamiere indicata con F .



Indicando con F_1 la risultante della pressione p_1 agente nella mezzeria della zona di contatto tra i profili, si ottiene il seguente sistema di equazioni:

$$\begin{aligned} F_1 \cdot (26 + 17) - F_b \cdot 26 &= 0 \\ F_1 + F &= F_b \end{aligned}$$

La forza massima sopportabile da un bullone M 10 in classe 8.8 è:

$$F_{bmax} = A_b \cdot \sigma_{adm,b} = 58 \cdot 200 \cong 11600 \text{ N}$$

dove:

- F_{bmax} è la forza massima che il bullone è in grado di sopportare in regime di sollecitazione statica;
- A_b è la sezione resistente del bullone M 10 pari a 58 mm^2 .

Ricordando ora il sistema di equazioni già specificato e sostituendo F_b con F_{bmax} , si ottiene:

$$F_1 = 26/43 \cdot F_{bmax} = 26/43 \cdot 11600 \cong 7014 \text{ N}$$

e, di conseguenza:

$$F = F_{bmax} - F_1 = 11600 - 7014 \cong 4586 \text{ N}$$

Si passa ora a determinare la tensione σ_t agente sulla lamiera del silos in direzione tangenziale:

$$\sigma_t = \frac{F}{ps \cdot t} = \frac{4586}{50 \cdot 3} \cong 30,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

dove:

- $ps = 50 \text{ mm}$ è il passo della bullonatura;
- $t = 3 \text{ mm}$ è lo spessore della lamiera.

Applicando ora l'equazione di Mariotte relativa alle membrane, si ottiene la pressione di progetto:

$$P_f = \frac{2 \cdot \sigma_t \cdot t}{D} = \frac{2 \cdot 30,6 \cdot 3}{7000} \cong 0,026 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cong 0,26 \text{ bar}$$

Tale pressione è dunque quella massima sopportabile dal silos in condizioni di sollecitazione di tipo esplosivo; sulla base di tale dato si potrà calcolare la minima superficie di decompressione.

Posizionamento delle membrane di rottura

L'installazione delle superfici di minima resistenza sarà realizzata alla sommità del silos stesso, in modo tale da consentire uno sfogo verticale degli effetti dell'esplosione.

Dati caratteristici delle polveri combustibili alimentari

Si considera stoccata nel silos polvere combustibile di origine alimentare le cui caratteristiche sono le seguenti:

- $d_m = 100 \mu\text{m}$ (granulometria media);
- $P_{\max} = 8,0 \text{ bar}$ (pressione massima di esplosione);
- $K_{st} = 112 \text{ bar} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ (caratteristica specifica di esplodibilità);
- $T_{cl} = 430^\circ\text{C}$ (temperatura di accensione, nube);
- $T_{5mm} = 280^\circ\text{C}$ (temperatura di accensione, strato).

Caratteristiche tecniche della struttura e delle membrane di rottura

Silos

- $V \cong 847 \text{ m}^3$ (volume di calcolo);
- $L/D = L_{eff}/D_{eff} = 22/7 \cong 3,14$ (rapporto di snellezza);
- $P_{red,max} = P_f/F_r = 0,26/1,15 \cong 0,23 \text{ bar}$ (pressione massima ridotta);
- $s = 3 \text{ mm}$ (spessore mantello).

Membrane di rottura

Tali sistemi sono certificati CE-ATEX come sistemi di protezione ai sensi della direttiva 2014/34/UE. I dati di progetto sono i seguenti:

- $P_{stat} = 0,1 \text{ bar}$ (pressione statica nominale di attivazione);
- $t = \pm 0,025 \text{ bar}$ (tolleranza su P_{stat});
- $EF = 1$ (efficienza di sfogo);
- $A_m = 1,23 \text{ m}^2$ (area della singola membrana di rottura).

Calcolo delle superfici di sfogo

La norma UNI EN 14491:2012 per il proporzionamento delle superfici di sfogo prescrive l'utilizzo delle seguenti equazioni:

$$A_e = B \cdot \left(1 + C \cdot \text{Log} \left(\frac{L}{D} \right) \right) = 29,7 \text{ m}^2$$

dove:

$$B = (3,264 \cdot 10^{-5} \cdot P_{\max} \cdot K_{st} \cdot P_{red,max}^{-0,569} + 0,27 \cdot (P_{stat} - 0,1) \cdot P_{red,max}^{-0,5}) \cdot V^{0,753}$$

$$C = (-4,305 \cdot \text{Log}(P_{red,max}) + 0,758)$$

La verifica della congruità dei dati in ingresso è indicata nella seguente tabella:

Parametro	Vincolo	Rispetto dei parametri		
$V \cong 847 \text{ m}^3$	$0,1 \text{ m}^3 \leq V \leq 10000 \text{ m}^3$	Si ☒	No ☐	NA ☐
$P_{\text{stat}} = 0,1 \text{ bar}$	$0,1 \text{ bar} \leq P_{\text{stat}} \leq 1 \text{ bar}$ Per $P_{\text{stat}} < 0,1 \text{ bar}$ utilizzare $P_{\text{stat}} = 0,1 \text{ bar}$	Si ☒	No ☐	NA ☐
$P_{\text{red,max}} = 0,23 \text{ bar}$	$P_{\text{stat}} \leq P_{\text{red,max}} \leq 2 \text{ bar}$ Si raccomanda che la $P_{\text{red,max}}$ sia almeno pari a $0,12 \text{ bar}$	Si ☒	No ☐	NA ☐
$P_{\text{max}} = 8,0 \text{ bar}$	$5 \text{ bar} \leq P_{\text{max}} \leq 10 \text{ bar}$ ($10 \text{ bar} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \leq K_{\text{st}} \leq 300 \text{ bar} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	Si ☒	No ☐	NA ☐
$P_{\text{max}} = 8,0 \text{ bar}$	$5 \text{ bar} \leq P_{\text{max}} \leq 12 \text{ bar}$ ($300 \text{ bar} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1} < K_{\text{st}} \leq 800 \text{ bar} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	Si ☐	No ☐	NA ☒
Il contenitore opera a condizioni atmosferiche	$80 \text{ kPa} \leq P_{\text{amb}} \leq 110 \text{ kPa}$ $-20^\circ\text{C} \leq T_{\text{amb}} \leq 60^\circ\text{C}$ $\Delta T_{\text{amb}} \leq 0,5^\circ\text{C}/\text{min}$ $5\% \leq \text{U.R.} \leq 85\%$ $20,7\% \leq O_2 \leq 21,1\%$	Si ☒	No ☐	NA ☐
$L/D = L_{\text{eff}}/D_{\text{eff}} \cong 3,14$	$1 \leq L/D \leq 20$	Si ☒	No ☐	NA ☐

Il numero di membrane di rottura (n) da installare sul tetto del silos saranno:

$$n = \frac{A_e}{A_m} = \frac{29,7}{1,23} \cong 24,14 \rightarrow n = 25$$

Forza e tensioni sviluppate

Forza

Il valore della forza sviluppata durante l'esplosione è la seguente:

$$F_{R,\text{max}} = 119 \cdot A_e \cdot P_{\text{red,max}} = 813 \text{ kN}$$

Tensioni

Ipotizzando che la durata dell'esplosione sia maggiore del periodo naturale di vibrazione della struttura, si può assimilare la forza sviluppata dall'esplosione ad un carico statico che comprime l'intera struttura cilindrica di diametro pari a 7 m e spessore pari a 3 mm.

La tensione longitudinale che si viene a sviluppare sulle membrature è quindi uguale a:

$$\sigma_l = \frac{F_{R,\text{max}}}{A_{\text{silos}}} = \frac{F_{R,\text{max}}}{\pi \cdot D_m \cdot s} \cong -12,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

La tensione membranale complessiva, calcolata con il criterio di Von Mises, deve tenere conto anche della corrispondente tensione tangenziale σ_t già calcolata in precedenza; la tensione equivalente sarà dunque:

$$\sigma_{\text{eq}} = \sqrt{\sigma_l^2 + \sigma_t^2} \cong 38,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

tale valore risulta ampiamente inferiore alla tensione ammissibile del materiale; si ha pertanto:

$$\sigma_{\text{eq}} \cong 38,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \ll \sigma_{\text{adm,l\&p}} \cong 179,2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

La verifica strutturale è dunque superata.

Si nota che l'area di decompressione calcolata è quella minima necessaria a proteggere il silos da deflagrazioni indotte da polvere.

Lo sfogo deve avvenire attraverso la parte più alta della struttura, sopra il livello massimo del materiale ma al di sotto della zona di filtraggio.

Il flusso causato dalla deflagrazione dovrà essere diretto in una zona esterna sicura.

Le membrane di rottura, inoltre, non dovranno essere ostacolate da neve, ghiaccio, corpi estranei di ostruzione e dovranno essere posizionate in modo simmetrico.

Tali aperture, infine, dovranno resistere agli agenti ambientali e non dovranno frammentarsi.

L'evidente sovradimensionamento delle lamiere del mantello consente, a fini ATEX, di aumentare notevolmente la pressione P_f senza controindicazioni evidenti.

Tale incremento può causare un minor fabbisogno di superficie di sfogo.

Il valore della pressione di progetto può essere incrementato agendo, per esempio, sulla bullonatura prestando attenzione ad:

- aumentare la classe di resistenza;
- aumentare il diametro resistente;
- diminuire il passo della foratura.

Effetti prevedibili dell'esplosione

Pressione

Gli effetti prevedibili dell'esplosione sfogata dal venting possono essere determinati con il metodo TNO-Multienergy applicando le linee guida INERIS²⁸ francese.

L'energia complessiva rilasciata durante l'esplosione primaria (E) si ottiene attraverso l'equazione di Brode ipotizzando una trasformazione politropica di costante γ pari a 1,3.

Si ha, nell'ipotesi di contenimento correttamente protetto con sfogo dell'esplosione:

$$E = \frac{(P_{burs} - P_{atm}) \cdot V}{\gamma - 1} = \frac{P_{red,max}}{1,3 - 1_{red,max}} \cong 3 \cdot P_{red,max} \cdot V \cong 58,4 \text{ MJ}$$

Il metodo proposto dall'INERIS si fonda sulla valutazione degli effetti nell'ipotesi che la violenza del fenomeno sia riassumibile dalla curva "10" proposta dal metodo TNO-Multienergy.

In questa ipotesi, una volta calcolata l'energia dell'esplosione (E), le distanze di danno (D) saranno determinabili attraverso le indicazioni fornite dalla seguente tabella.

Pressione di riferimento [bar]	Danni da sovrappressione (Lees, 2005)	Valori limite d.m. 9 maggio 2001	Valutazioni di Probit, probabilità di rottura	Distanza di danno, D [m]
0,3		Elevata letalità Danni alle strutture Effetti domino	Timpani = 24% Vetri = 100%	$D = 0,028 \cdot E^{1/3} = 10,9 \text{ m}$
0,2	Macchine di produzione pesanti (circa 1300 kg) collocate all'interno di fabbricati industriali subiscono danni limitati. Costruzioni in acciaio distorte e lesionate dalle fondamenta		Timpani = 7% Vetri = 100%	$D = 0,032 \cdot E^{1/3} = 12,4 \text{ m}$
0,14	Limite inferiore di danno strutturale serio	Inizio letalità	Timpani = 1,5% Vetri = 100%	$D = 0,05 \cdot E^{1/3} = 19,4 \text{ m}$
0,07		Lesioni irreversibili	Timpani = 0% Vetri = 95%	
0,05	Danni minori alle strutture delle abitazioni		Timpani = 0% Vetri = 75%	$D = 0,11 \cdot E^{1/3} = 42,7 \text{ m}$

²⁸ <https://aida.ineris.fr/sites/default/files/gesdoc/30268/silos-Guide.pdf>

Fireball

Per la determinazione dell'ampiezza del fireball²⁹ si utilizza la metodologia proposta dalla norma NFPA 68. Il calcolo degli effetti dell'esplosione è realizzabile utilizzando l'equazione seguente, che determina l'ampiezza della lingua di fuoco (D) in uscita dai dispositivi di sfogo. L'equazione è valida per le sole polveri di natura alimentare.

$$D = 8 \cdot \sqrt[3]{\frac{V}{N}} \cong 26 \text{ m}$$

Una simile distanza di fiamma è concepibile solo nell'ipotesi di sfoghi verso l'alto privi di ostacoli.

²⁹ Il fireball è la combustione rapida dei vapori prodotti dalla vaporizzazione di gas compressi liquefatti, caratterizzata dal classico fenomeno di innalzamento della palla di fuoco.

Considerazioni a commento

❖ *Riepilogo sintetico del caso studio*

Nel presente caso studio si fa riferimento alla presenza di un silos per lo stoccaggio di polveri combustibili di natura alimentare nell'ambito dell'area di pertinenza del complesso industriale, illustrando una possibile metodologia per il calcolo EPR Explosion Pressure Resistant (apparecchi resistenti alla pressione di esplosione), così come definita dalla norma UNI EN 14460:2018, delle superfici di venting (di sfogo) del silos.

❖ *Commento dei risultati*

Come nel caso precedente si è reso necessario procedere alla valutazione del rischio di formazione delle atmosfere esplosive di cui alla RTV V.2.

Sono state pertanto esaminate le attività di dettaglio per la fase e. “*valutazione dell'entità degli effetti prevedibili di un'esplosione*”, di cui al par. V.2.2.

Bibliografia

- Decreto Ministeriale 13 ottobre 2019, Codice di Prevenzione Incendi, 2019 (sostituisce la versione del Codice di Prevenzione Incendi del 2015);
- Decreto Ministeriale 3 agosto 2015 Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139;
- Decreto del Presidente della Repubblica del 1 agosto 2011, n. 151 Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122;
- Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- Sabatino R., Formazione antincendio - Gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro, INAIL 2012;
- Sabatino R., Sicurezza antincendio - Valutazione del rischio incendio, INAIL 2014;
- Sabatino R., Lombardi M., Cancelliere P. e altri, Il Codice di prevenzione incendi - Applicazioni pratiche, INAIL 2018;
- Sabatino R., Lombardi M., Ponticelli L. e altri, La resistenza al fuoco degli elementi strutturali, INAIL 2019;
- Sabatino R., Lombardi M., Cancelliere P. e altri, La protezione attiva antincendio, INAIL 2019;
- Sabatino R., M. Lombardi, P. Cancelliere e altri, Metodi per l'ingegneria della sicurezza antincendio, INAIL 2019;
- Sabatino R., M. Lombardi, P. Cancelliere e altri, Gestione della sicurezza e operatività antincendio, INAIL 2020;
- Sabatino R., M. Lombardi, P. Cancelliere e altri, La progettazione dell'esodo, INAIL 2020;
- Sabatino R., M. Lombardi, P. Cancelliere e altri, Compartimentazione antincendio, INAIL 2020;
- Sabatino R., M. Lombardi, P. Cancelliere e altri, Reazione al fuoco, INAIL 2021;
- TNO (2005) Guidelines for Quantitative Risk Assessment, CPR18E. Purple Book TNO (NL), 2005;
- Guide de l'état de l'art sur les silos, Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire, 2008;
- Rivista Antincendio, luglio 2021 - InSic.

Fonti immagini

Immagine	Fonte
Copertina	Servizio documentazione VV.F.
pag. 12	Autori
pag. 28	Banca data immagini INAIL - DC Comunicazione
pag. 29a e 29b	Autori
pag. 31a e 31b	Autori
pag. 33	d.m. 18 ottobre 2019 - G.U. n. 256 del 31 ottobre 2019 - S.O. n. 41
pag. 35a	Autori
pag. 35b	https://www.earlyyearsdirect.com/
pag. 36	Autori
pag. 41	Autori
pag. 43	Autori
pag. 51a e 51b	Autori
pag. 91a e 91b	Autori
pag. 77	Autori
pag. 78	https://www.vnets.com/
pag. 80	Norma CEI EN 60079-10-1:2016
pag. 81	Norma CEI EN 60079-10-1:2016
pag. 82	Norma CEI EN 60079-10-1:2016
pag. 85	Autori
pag. 87	Autori

