

Ottimizzazione dei sistemi di controllo di fumo e calore con strumenti di Fire Safety Engineering

Giuseppe G. Amaro, *Libero professionista*

Simona D'Anna, *Dottoranda in Ingegneria Edile*

Ada Malagnino, *Proofreading, R&D Project Manager*

L'abstract

I sistemi di controllo di fumo e calore (SEFC) sono largamente usati per perseguire gli obiettivi antincendio di salvaguardia della vita umana e tutela dei beni. L'approccio progettuale tradizionale italiano prescrive i criteri di progettazione e installazione di tali sistemi al fine di ottenere una soluzione conforme. Lo scopo di questo studio è illustrare come ottimizzare tali soluzioni progettuali in un ambiente confinato, mediante gli strumenti della Fire Safety Engineering (FSE). In primo luogo si definisce e si applica l'approccio prescrittivo su un capannone industriale sede di un deposito intensivo. Successivamente, si affrontano gli stessi problemi con un approccio ingegneristico, dimostrando come si possano ricercare soluzioni alternative a quelle prescritte dalla norma, tali che siano più convenienti sotto diversi aspetti ma che garantiscano un egual livello di sicurezza.

Introduzione

Un sistema di controllo di fumo e calore riesce a governare i movimenti dell'aria miscelata con i prodotti aerodispersi della combustione. Esso può essere composto da molteplici e diversificati componenti e prevedere specifici meccanismi di trasporto dei fumi. Gli obiettivi principali di sicurezza antincendio che il sistema generalmente si propone sono quelli di mantenere un ambiente sostenibile in condizioni di emergenza, per un tempo abbastanza lungo da far evacuare gli occupanti e salvaguardare i beni, qualora richiesto. In particolare, nel lavoro svolto si approfondisce l'iter di progettazione previsto dalla normativa italia-

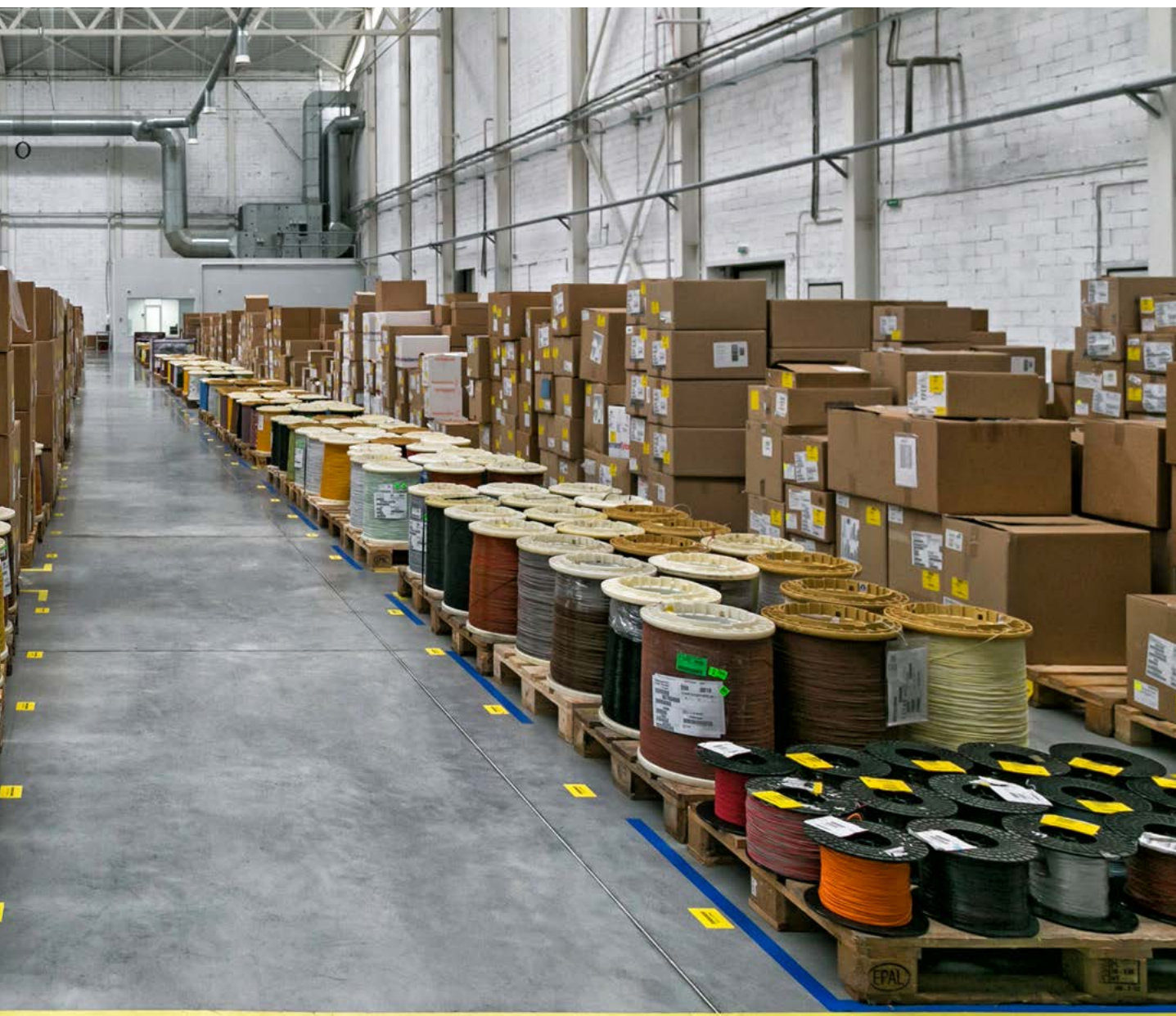


na vigente per un'attività soggetta e non normata, presente negli elenchi del D.P.R. 1° agosto 2011, n. 151. Nell'ambito trattato, il Codice di Prevenzioni incendi è il punto di riferimento normativo italiano; esso propone due diversi approcci progettuali per il sistema di controllo del fumo.

Il primo è un approccio prescrittivo, secondo il quale il progettista, seguendo pedissequamente le regole tecniche orizzontali ottiene una soluzione conforme che non ha bisogno di ulteriori verifiche. Si fa particolare riferimento al capitolo S.8 del Codice, dedicato al Controllo di fumi e Calore, in cui sono

riportate indicazioni sui tre livelli di prestazione (Tabella S.8-1 del Codice):

- ▶ Livello di prestazione I – non è richiesto alcun requisito.
- ▶ Livello di prestazione II – Si ottiene mediante lo smaltimento di fumo e calore d'emergenza, che viene realizzato con sistemi di ventilazione orizzontale naturale, coincidenti generalmente con le aperture già disponibili per garantire la funzionalità dell'attività, o forzata (SVOF). Lo scopo di questi sistemi è garantire condizioni di tenability per il corretto svolgimento delle operazioni dei



soccorritori, proteggere le vie di esodo e agevolare il ripristino delle condizioni di sicurezza dopo l'incendio. All'interno del Codice sono riportate prescrizioni sulla sezione minima delle aperture e sulla corretta distribuzione delle stesse, a servizio di tutto l'ambiente.

- ▶ Livello di prestazione III – Si ottiene mediante sistema di evacuazione di fumi e calore (SEFC), naturale (SEFC) o forzato (SEFFC) che permette di ottenere uno strato d'aria indisturbato nella porzione inferiore dell'ambiente protetto al fine di mantenere le vie di esodo libere da fumo e calore, agevolare le operazioni antincendio, ritardare o prevenire il flashover limitando i danni a struttura e impianti. L'argomento EFC viene approfondito nelle norme UNI 9494:2017 a cui fa diretto rimando il Codice ("Progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Naturale di Fumo e Calore (SEFC)" norma UNI 9494-1; "Progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Forzata di Fumo e Calore (SEFFC)" – norma UNI 9494-2).

Il Codice consente il perseguimento di soluzioni alternative per tutti i livelli di prestazione purché il progettista dimostri il raggiungimento del livello di prestazione, facendo ad esempio ricorso, nell'ambito dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio, all'uso di simulazioni fluidodinamiche per la verifica della soluzione. Nel secondo tipo di approccio, di tipo prestazionale, il progettista sceglie i componenti del sistema e ne quantifica le prestazioni, consultando le procedure della sezione Metodi del Codice e anche la letteratura di settore.

L'obiettivo dello studio è dunque quello di attuare una lettura critica delle disposizioni legislative e normative dimostrando che, per quanto efficaci, le soluzioni prescritte potrebbero essere in alcuni

casi inefficienti e limitative. Inoltre, ci si propone di sviluppare un metodo che permette di individuare delle soluzioni alternative sicure, ma più prestanti e soprattutto più sostenibili sotto diversi punti di vista e verificarne il loro funzionamento con gli strumenti della FSE, scegliendo tra tutte la soluzione più idonea ed ottimizzata. Operativamente, si individuano le soluzioni conformi coerenti con l'attività studiata e, una volta quantificate, si interviene su quella ritenuta più limitante e che presenta interessanti margini di miglioramento, elaborando diverse soluzioni alternative.

“ Il Codice consente il perseguimento di soluzioni alternative per tutti i livelli di prestazione, purché il progettista dimostri il raggiungimento del corrispondente livello, facendo ad esempio ricorso, nell'ambito della FSE, all'uso di simulazioni fluidodinamiche per la verifica della soluzione ”

Dunque, si valutano le soluzioni progettuali alternative attraverso simulazioni d'incendio. Con quest'ultime si misurano quantitativamente gli effetti dell'incendio all'interno dell'ambiente per ogni soluzione alternativa proposta, così da poterli confrontare con valori prefissati di soglia che garantiscono un adeguato livello di sicurezza. Data la varietà di soluzioni previste, si conducono in prima approssimazione simulazioni in modelli a zone in CFAST, con semplificazioni di calcolo elevate. Analizzando i primi

risultati ottenuti, si procede con la simulazione in modelli di campo in FDS per le soluzioni più promettenti e funzionali. Il metodo ingegneristico condotto consente di individuare la soluzione progettuale più prestante e idonea tra quelle considerate, della quale si analizzano i vantaggi.

Il caso studio

Ai fini del perseguimento degli obiettivi proposti per il presente studio, si ipotizza di confrontare soluzioni conformi e alternative per un caso studio con configurazione architettonica affine a quella proposta dalla norma UNI. È bene tenere in considerazione che è altrettanto frequente incontrare sistemi architettonici ben più complessi rispetto a

quelli proposti. La sede dell'attività è un capannone industriale caratterizzato da strutture portanti prefabbricate in calcestruzzo armato.

Di seguito si riportano i dati principali che caratterizzano il manufatto:

- ▶ Il capannone è sede di un deposito intensivo di cavi e conduttori elettrici isolati e presenta una quantità di materiale stoccato pari a circa 23500 kg.
 - ▶ La superficie lorda dello stabilimento è di 2450 m² e l'altezza interna libera è pari a 6 m.
 - ▶ È presente un'area di movimentazione merci che, a vantaggio di sicurezza, non contribuisce al calcolo del valore del carico di incendio specifico, in quanto non vi sono depositati materiali che possano prendere parte alla combustione. Quest'area ha il valore di 410 m², pertanto, il valore della superficie che contribuisce al calcolo del carico di incendio è pari a 2040 m². Inoltre, a tutta la superficie viene associato un carico di incendio uniforme, non tenendo conto di eventuali aree aventi configurazioni con minor carico di incendio a vantaggio di sicurezza.
 - ▶ Il manufatto costituisce unico compartimento antincendio.
 - ▶ Il numero di addetti stimato è pari a 10 e non è prevista la presenza di persone diversamente abili.
- In relazione al quantitativo di materiale combustibile presente nel capannone, si stima il valore del carico di incendio specifico q_f pari a 820 MJ/m², tramite la procedura riportata nel paragrafo S.2.9 del Codice.

Non sono state considerate differenze nella tipologia e modalità di stoccaggio dei materiali in maniera conservativa. I risultati dell'analisi sono riportati in Tabella 1. L'attività così descritta risulta essere non normata. Ai sensi dell'allegato I del D.P.R. 1 agosto 2011 n. 151, si trova la classificazione pertinente al caso studio, nel punto 47 e categoria B.

Definizione delle strategie

Gli obiettivi di sicurezza antincendio, tenendo conto che gli occupanti presenti nell'attività sono pochi e sono formati, si traducono in una progettazione maggiormente finalizzata alla salvaguardia dei beni contenuti nel magazzino. La sezione S.6 del Codice, Controllo dell'incendio, è significativa per la valutazione della soluzione alternativa che, a parità di livelli di prestazione, si vuole confrontare con la soluzione conforme. Secondo le prescrizioni, infatti, la soluzione conforme prevede la presenza di un sistema automatico di controllo dell'incendio, identificato come un impianto sprinkler.

Controllo di fumo e calore

Il punto di partenza per la progettazione conforme della strategia di controllo di fumi e calore è costituito dalle prescrizioni di cui al capitolo S.8 del Codice degli Incendi. Le prestazioni di sicurezza sono esplicitate nel Codice come:

- ▶ **livello di prestazione I:** non è richiesto alcun requi- ➤

Superficie in pianta lorda	Materiale combustibile	m	ψ	Quantità	Potere calorifico inferiore II	Carico d'incendio q	Carico d'incendio specifico q_f
m ²				kg	MJ/kg	MJ	MJ/m ²
2040	Pallets in legno	0,8	I	5000	18,48	73920,0	
	Arredi e scaffalature	0,8	I	2600	18,48	38438,4	
	Scatole di cartone	0,8	I	2800	18,48	41395,2	
	Materiali plastici	1	I	4000	46	184000,0	
	Componenti impianti tecnologici	1	I	5500	46	253000,0	
	Cavi e conduttori elettrici	1	I	23500	46	1081000,0	
					TOTALE	1671753,6	819,5

Tabella 1 | Stima del carico di incendio specifico

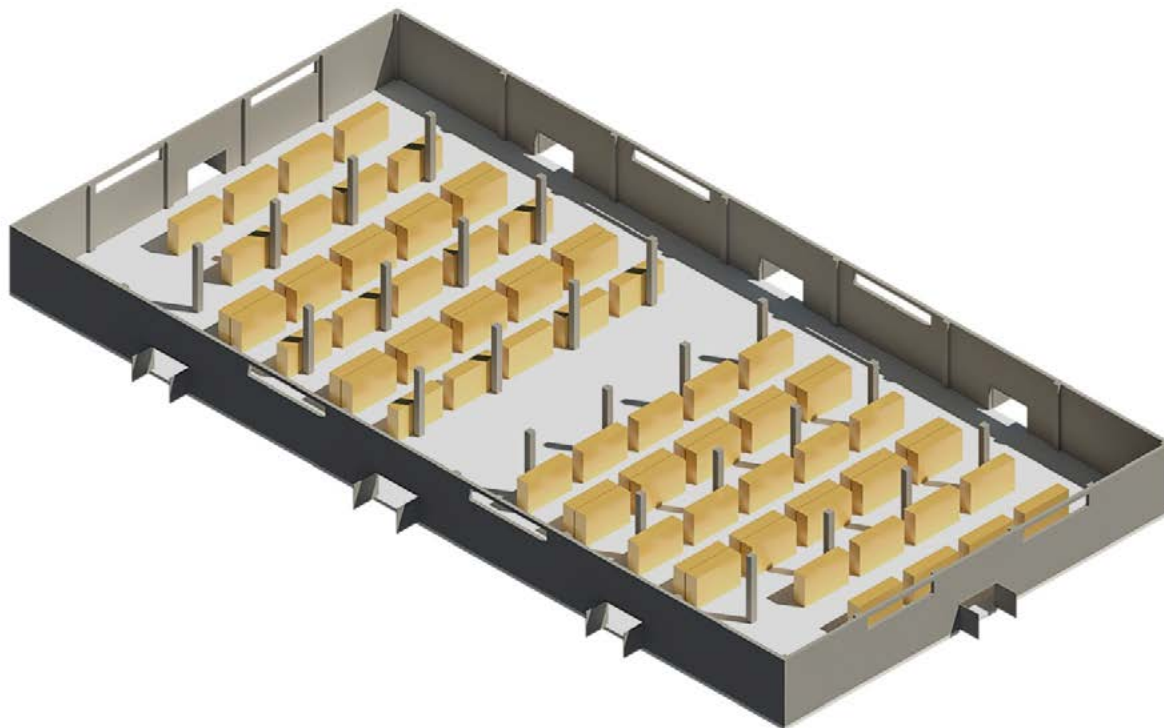


Figura 1 | Vista 3D assometrica, disposizione dei pilastri e della scaffalatura

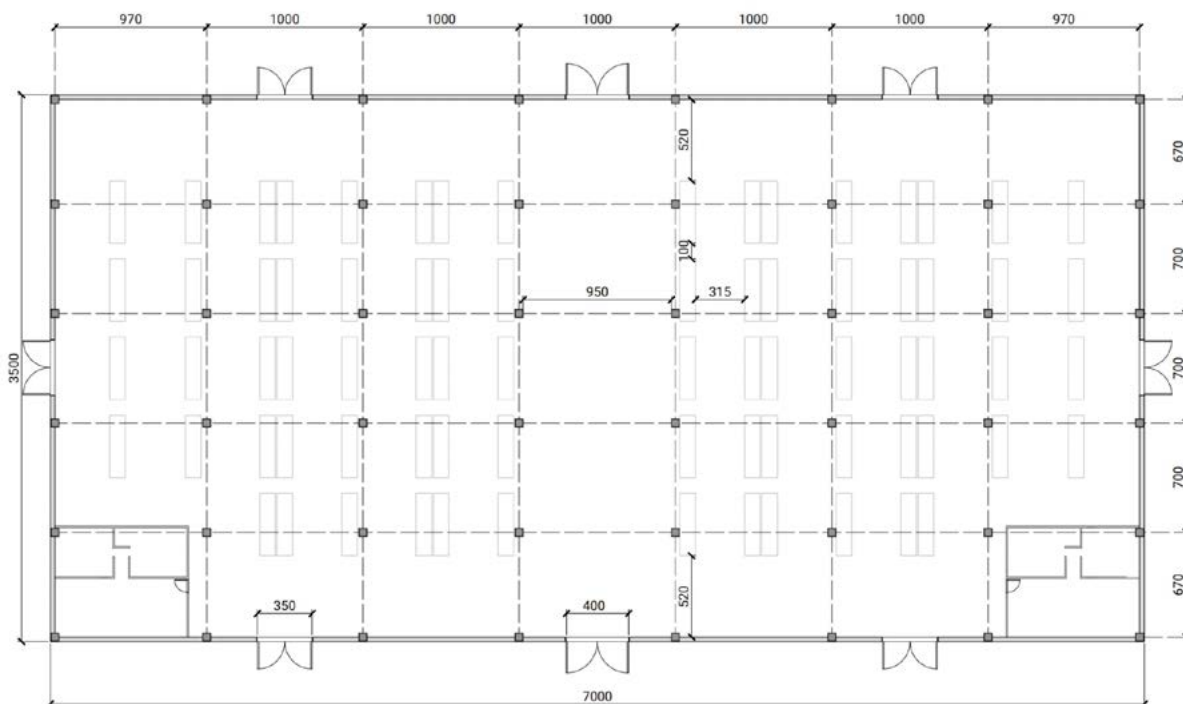


Figura 2 | Pianta degli ambienti

sito. Adatto ai locali di dimensione ridotta, poco frequentato dalle persone, con carico d'incendio inferiore o uguale a 600 MJ/m², e in cui sono as-

senti sostanze, miscele e lavorazioni pericolose; **livello di prestazione II**: il requisito richiesto è quello della presenza di aperture di smaltimento ➤



“Una flotta di automezzi aziendali
a copertura di tutto il territorio Nazionale”

La nostra **FORZA**

Mezzi, Efficienza, Tempestività, Cortesia.

PROGRAMMIAMO SMALTIMENTI ANNO 2021

PER LA VOSTRA SICUREZZA

FARE BENE NEL RISPETTO ASSOLUTO DELLE LEGGI

LE POLVERI
le recuperiamo,
le miglioriamo,
NON INQUINIAMO.



È QUESTA L'ECONOMIA CIRCOLARE



Figura 3 | Vista 3D prospettica, apparecchiatura delle travi e dei travetti a doppio T

di fumo e calore d'emergenza. Questa soluzione è adatta ai locali che oltrepassano i limiti del livello I ma non quelli del livello III;

- ▶ **livello di prestazione III:** impone il confinamento del fumo nel compartimento d'origine, la creazione di uno stato libero da fumo per la salvaguardia della vita umana e dei beni, qualora richiesta. La soluzione conforme a questo livello di prestazione prevede l'installazione di un sistema di evacuazione di fumo e calore (SEFC) nel campo della diretta applicazione delle norme UNI 9494-1 (SEFC) o UNI 9494-2 (SEFFC). Adatto a locali affollati o con alto carico di incendio e presenza di materiali e/o lavorazioni pericolose.

Si sottolinea che il locale è caratterizzato da alto carico di incendio e dalla presenza di materiali pericolosi, pertanto si richiede il raggiungimento del livello di prestazione III.

Tenendo in mente gli obiettivi strategici di sicurezza antincendio, se per la vita umana, durante l'esodo, il rischio costituito dal fumo è quello della riduzione della visibilità degli occupanti e dell'ostruzione delle vie respiratorie, per la protezione dei beni uno dei rischi più dannosi è quello del raggiungimento di temperature elevate, in particolar modo negli stadi avanzati della combustione. Tuttavia, la norma UNI 9494, pur riconoscendo l'efficacia dei SEFC rispetto alla riduzione degli effetti termici sulle strutture o

rispetto al limitamento dei danni agli impianti e alle merci, esplicita un solo iter progettuale approfondito, il quale impone la creazione e il mantenimento di uno strato libero da fumo al di sopra del pavimento mediante la rimozione del fumo stesso. Di fatto si è obbligati a determinare a prescindere uno spessore dello strato della zona libera da fumo, precludendo la possibilità di progettare ai fini del contenimento della temperatura in ambiente. La norma risulta essere limitativa in quanto non consente di valutare le temperature raggiunte nell'ambiente e, quindi, l'effetto dell'incendio sulle strutture.

Progetto ai sensi della norma UNI 9494

Si applicano quindi le prescrizioni della norma UNI 9494 ai fini dell'ottenimento di soluzioni conformi, per poi elaborare una soluzione alternativa e attuarne il confronto.

Il controllo dei fumi secondo la norma UNI 9494, prevede l'estrazione di aria dal locale nella parte sommitale e l'immissione di aria fresca nella parte inferiore. In questo modo si vengono a creare due zone distinte nel locale: la zona superiore, a cui ci si riferisce come *serbatoio di fumo*, dove si concentrano i prodotti della combustione e la zona inferiore che ne è priva. L'estrazione e l'immissione dell'aria potrebbero essere condotte rispettivamente in modo totalmente naturale o in modo forzato, op-

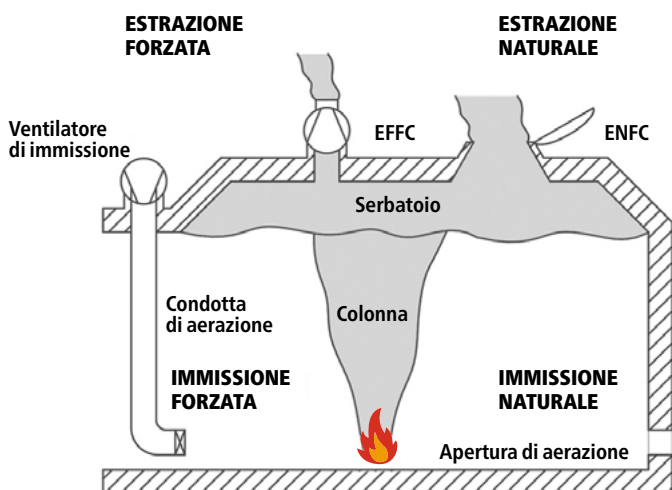


Figura 4 | Schema di funzionamento di diverse tipologie di SEFC

pure ancora con compresenza dei due meccanismi. Un sistema con immissione/estrazione di tipo naturale è solitamente preferibile per il basso impatto sui costi di progettazione e realizzazione, sui consumi energetici e sulle attività di gestione e manutenzione; tuttavia esistono dei casi in cui si preferisce adottare sistemi di controllo forzati.

La scelta delle soluzioni tecnologiche dipende da diversi fattori, come ad esempio:

- ▶ fattori fisici quali la galleggiabilità dei gas di combustione, che si manifesta quando i gas sono abbastanza caldi da avere una ridotta densità rispetto a quella dell'aria in ambiente, il che li porta a galleggiare formando una colonna di fumo. Se questo effetto è rilevante, il fumo raggiunge autonomamente gli evacuatori. In questo caso, risulta sufficiente adottare un sistema di tipo naturale. In

ID	IMMISSIONE	ESTRAZIONE
1	NAT	FOR
2	NAT	NAT
3	NAT	MIX
4	FOR	FOR
5	FOR	NAT
6	FOR	MIX
7	MIX	FOR
8	MIX	NAT
9	MIX	MIX

Tabella 2 | Codifica delle combinazioni di funzionamento del SEFC

presenza di un impianto sprinkler o di ostacoli fisici questo movimento potrebbe essere compromesso, il che porta a preferire l'immissione forzata di aria attraverso ventilatori. Questi ultimi sono necessari anche in presenza di effetto vento, che può ostacolare la fuoriuscita autonoma dei fumi.

- ▶ Il contesto in cui sorge l'attività, difatti l'immissione forzata viene prevista nel caso in cui non si possano mantenere aperte le porte del locale in caso di emergenza, per esempio quando i fabbricati confinanti non sono abbastanza distanti da quello considerato.

Si ricavano 9 casistiche di definizione della natura del funzionamento dei SEFC, codificate nella tabella seguente.

Per quanto riguarda le prescrizioni normative, si nota che la norma si applica direttamente a sole tre tipologie di sistemi di evacuazione:

- ▶ Estrazione naturale dei fumi con immissione naturale di aria fresca.
- ▶ Estrazione forzata dei fumi con immissione naturale di aria fresca.
- ▶ Estrazione forzata dei fumi con immissione forzata di aria fresca.

Serbatoi di fumo, altezze caratteristiche, gruppi di dimensionamento

Procedendo nel dimensionamento dei SEFC conformemente alla norma UNI 9494 si evidenzia un altro limite nel suo campo di applicazione, costituito da una superficie in pianta dei serbatoi di fumo compresa tra i 600 m² e i 1600 m², con lati minori di 60 m. Questo comporta delle criticità per alcune attività soggette per cui è richiesto un livello di prestazione III della strategia S.8. Difatti, con riferimento al D.P.R. 1° agosto 2011, n. 151, è frequente per attività rientranti nella categoria A presentare una superficie complessiva dell'attività inferiore ai 600 m²; ne sono un chiaro esempio le attività numero 69 e 75. Com'è anche frequente la pre-

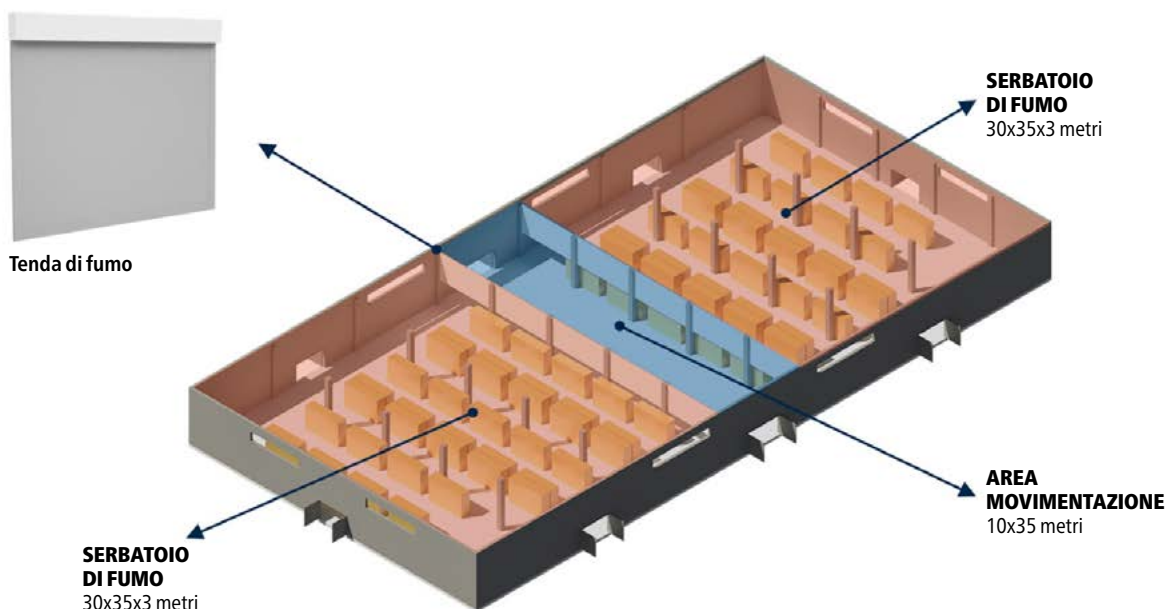


Figura 5 | Divisione dell'ambiente in due serbatoi di fumo

senza di locali con una superficie inferiore ai 600 m² facenti parte di attività rientranti in categorie B o C. Ebbene, in questi casi non esiste soluzione conforme e si è costretti a presentare istanza di deroga. Solitamente, l'iter procedurale alternativo comporta il sovradimensionamento dell'impianto, così come previsto dalla norma UNI 9494 per le aree pari a 600 m².

In riferimento al caso studio previsto, considerando che la superficie totale del locale è di 2450 m², si suddivide in modo funzionale l'area, escludendo dalla suddivisione il tratto di movimentazione in cui il carico di incendio è nullo.

Si prevedono due barriere al fumo in modo che vi siano due serbatoi dell'area di 30 x 35 m. L'altezza libera interna del fabbricato è di 6 metri, di cui se ne prevedono 3 liberi da fumo. Di conseguenza, secondo le prescrizioni, l'altezza delle barriere al fumo dovrà essere di 3,5 metri. Si considera inoltre la durata convenzionale di sviluppo dell'incendio pari a 15 minuti.

La superficie convenzionale dell'incendio è un dato importante per il dimensionamento degli impianti secondo la normativa. Essa è direttamente correla-

ta al gruppo di dimensionamento (GD) ricavato in funzione della velocità di propagazione dell'incendio e della durata convenzionale dello sviluppo dell'incendio. A partire dai dati esplicitati, ne segue che sia per i sistemi di estrazione naturale che forzata, il gruppo di dimensionamento dell'impianto è pari al massimo ammissibile dalla normativa (GD=5).

Si specifica che, secondo la norma UNI 9494-2, la presenza di un impianto di controllo automatico dell'incendio, porterebbe a diminuire di un gruppo di dimensionamento il sistema progettato. Tuttavia, il fatto che l'altezza della merce supera il metro e mezzo porta ad aumentare di un'unità lo stesso, mantenendo come risultato finale GD=5.

Risultati soluzioni conformi

Seguendo pedissequamente le prescrizioni, si nota che il progetto del sistema di evacuazione naturale risulta abbastanza lineare e semplificato grazie all'approccio tabellare proposto dalla norma UNI 9494-1. Non sembra presentarsi la necessità di ottimizzare tale sistema per quanto riguarda i dispositivi di evacuazione. ➤

SEGNALETICA PER TRASPORTO SOSTANZE PERICOLOSE



Uno degli elementi per preparare correttamente il trasporto di merci pericolose è l'utilizzo di una corretta etichettatura, conforme alla normativa di riferimento ADR. Affidati all'esperienza di Cartelli Segnalatori, azienda leader da oltre 60 anni nel campo della segnaletica e contattaci per un preventivo!



 **Cartelli
Segnalatori**

viale Alessandro Volta 1, 20047 Cusago (MI)
tel: 02.903990.1 | cs@cartelli.it



www.cartelli.it

h (m)	z (m)	y (m)	Valori di SUT (m ²)				
6,0	3,5	2,5	1,8	2,3	3,1	4,2	5,8
	3,0	3,0	2,7	3,6	4,6	6,1	8,3
	2,5	3,5	3,7	5,3	6,7	8,8	11,8
GD			1	2	3	4	5

Tabella 3 | Estratto del prospetto 2 della norma UNI 9494-1 da cui si ricava la Superficie Utile Totale necessaria

Superficie geometrica del singolo ENFC	120x150 cm
Coefficiente di efflusso C_v	0,62
Superficie Utile di Apertura ENFC	1,12 m ²
Numero di ENFC per serbatoio di fumo	9



L'approccio prescrittivo applicato al sistema di evacuazione forzata risulta più complesso e articolato rispetto al precedente, ma anche esso basa i risultati principali sulla consultazione di tabelle presta-

bilite dal normatore seguendo la UNI 9494-2. Per questa tipologia di sistema, i risultati ottenuti sulle portate di evacuazione fanno da subito intuire la presenza di un grande margine di ottimizzazione: ci si riferisce ad una portata richiesta di estrazione di 248000 m³/h per garantire un'altezza libera da fumo di 3 metri in un singolo serbatoio di fumo delle dimensioni di 30x35x6 metri. La restrittività della norma per questa tipologia di sistema risiede anche in una limitazione dell'altezza dello stoccaggio. Tenendo inoltre in mente che il progetto di prevenzione incendi non contempla la presenza di incendi multipli, l'attivazione dei ventilatori di estrazione avviene nel

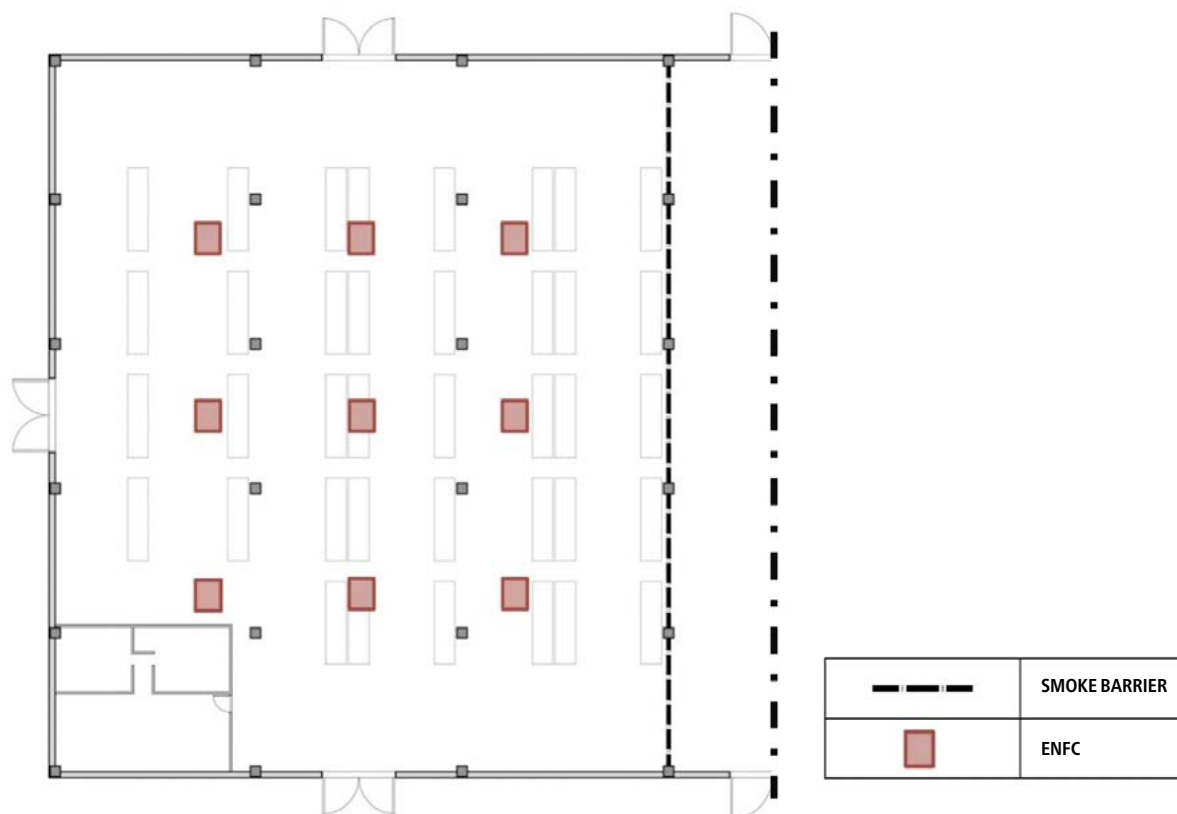


Figura 6 | Schema in pianta del dimensionamento del sistema di evacuazione naturale ai sensi della norma UNI 9494-1

$y = h - z$	Portata volumetrica di aspirazione Q (m ³ /h)				
2,5	29000	46000	75000	128000	223000 (*)
3	34000	55000	88000	146000	248000
4	43000	72000	115000	181000	303000
GD	1	2	3	4	5

(*) In questa condizione è lecito supporre condizioni di incendio generalizzato (flashover) che rendono il sistema SEFFC inefficace nella creazione di uno strato libero da fumo per proteggere le persone presenti nel locale. È quindi necessario modificare il progetto per ottenere un gruppo di dimensionamento minore.

Tabella 4 | Stralcio del prospetto 2 della norma UNI 9494-2, valori di portata di smaltimento necessaria

solo serbatoio d'innesco, con il risultato di prevedere metà degli estrattori inattivi in emergenza.

Per quanto riguarda il caso di immissione forzata dell'aria, la portata di immissione richiesta è ottenuta considerando il rapporto tra la densità dei fumi e quella dell'aria in condizioni ambientali, ed è pari a 108000 m³/h. Anche se le procedure non lo prevedono, è utile dividere l'ambiente in zone di immissione, prevedendo otto zone in tutto il fabbricato. Questo permette di mitigare il rischio che l'immissione di aria nei pressi del focolare possa comportare uno spargimento di fiamme e prodotti della combustione non previsto e chiaramente non

voluti, dunque grazie alla localizzazione dei rilevatori di fumo si può non attivare l'immissione di aria nella zona in cui ricade il focolare. Lo schema e i principali dati del dimensionamento del SEFFC sono rappresentati nell'immagine seguente.

Progettazione prestazionale

Considerando i vantaggi che se ne possono trarre, si propongono delle soluzioni alternative per il sistema di estrazione forzata dei fumi con immissione forzata di aria fresca. È chiaro che applicare direttamente la normativa in un contesto simile a quello del fabbricato in esame è inverosimile, innanzitutto

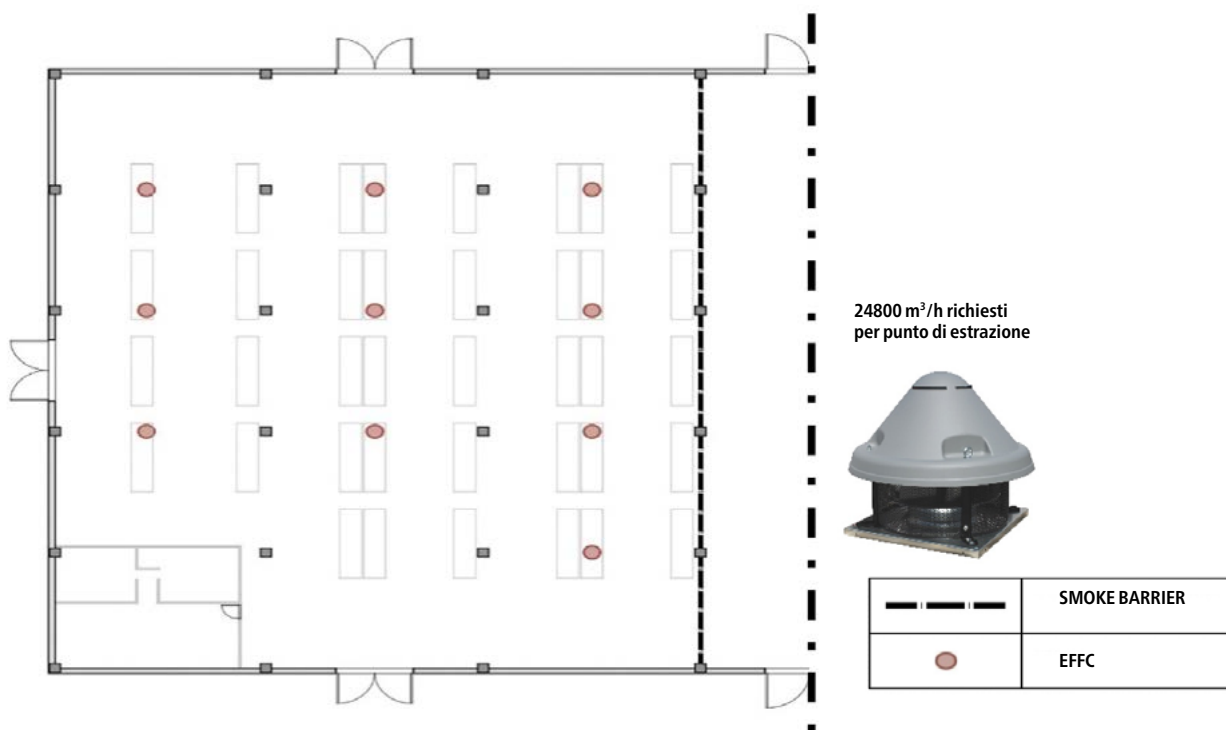


Figura 7 | Schema in pianta del dimensionamento del sistema di evacuazione forzata ai sensi della norma UNI 9494-2

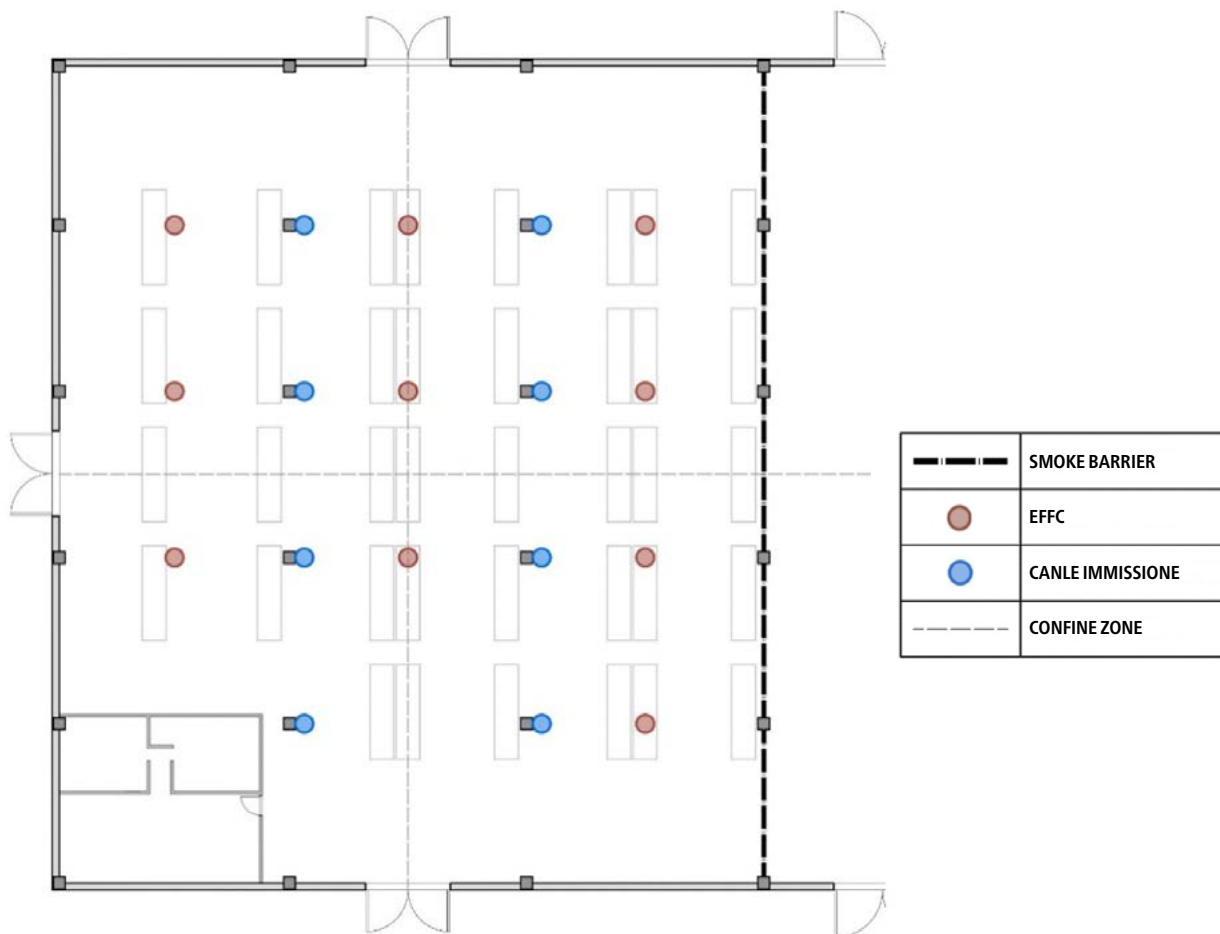


Figura 8 | Schema del sistema di evacuazione forzata dimensionato ai sensi della norma UNI 9494-2

a causa delle elevate portate richieste, ma non di minore importanza sono gli esiti dell'installazione delle barriere al fumo. La progettazione convenzionale spesso prevede l'intervento del professionista antincendio in fase avanzata di progettazione o in generale per interventi sul costruito. Sotto queste condizioni, è difficile integrare le soluzioni conformi con il fabbricato o con gli interessi del committente. A titolo di esempio, è frequente in casi simili che l'ingombro delle barriere al fumo interferisca con la struttura o con gli impianti, ed è allo stesso modo verosimile che il committente abbia bisogno di apparecchiature particolari, come un carroponete movimentato trasversalmente alle ipotetiche barriere.

“ La progettazione convenzionale spesso prevede l'intervento del professionista antincendio in fase avanzata di progettazione o in generale per interventi sul costruito ”

Modelli di simulazione per la verifica delle soluzioni alternative

Il modello di calcolo proposto dalla norma UNI 9494 al fine di definire i dati tabellari messi a disposizione dei progettisti, è un modello a due zone semplificato. Quest'ultimo considera la separazione dell'ambiente in due macrovolumi:

- a) Porzione superiore, che contiene i prodotti della combustione e viene confinata nel serbatoio di fumo.
- b) Porzione inferiore, che contiene aria pulita e non riscaldata.

All'interno di ciascuno dei due volumi descritti, la semplificazione presuppone che le grandezze di interesse siano uniformi nello spa- ➤



meverin[®]
E N G I N E E R I N G

L'Arte che FERMA il fuoco

PROGETTAZIONE E
PRODUZIONE DI
PORTE E PORTONI
TAGLIAFUOCO
MARCATI **CE**

ALTA QUALITA' E PERFORMANCES
SU MISURA - ZERO% STANDARD
TEMPI E COSTI DA PRODUZIONE DI SERIE

Scopri la nuova gamma prodotti su www.meverin.com



MEVERIN s.r.l.

Strada della pace, 36 - 43058 Sorbolo Mezzani (PARMA) Italy

tel. + 39 0521 817342 / 817206 - fax + 39 0521 817186 - meverin@meverin.com

zio, come ad esempio la temperatura e la pressione. Questo comporta la presenza di una superficie ideale, definita da una quota, posizionata all'interfaccia tra i due macrovolumi, in corrispondenza della quale le grandezze di interesse subiscono una variazione a gradino. Le semplificazioni del modello rendono il suo campo di applicazione ristretto, in particolare è adatto ad ambienti confinati con geometrie semplici, in cui si presuppone che la distribuzione del fumo sia uniforme nell'ambiente. Questa limitazione si percepisce chiaramente dai requisiti imposti dalla norma UNI 9494 riguardo ad esempio la geometria dei locali: i lati geometrici del fabbricato in pianta non possono essere di lunghezza molto differente tra loro, e il locale non deve superare una certa area complessiva in pianta.

I vantaggi della modellazione a zone risiedono tuttavia nella velocità di ottenimento dei risultati delle simulazioni, che possono costituire in prima approssimazione un indicatore sull'affidabilità della scelta progettuale. Di conseguenza, la procedura di verifica delle soluzioni alternative attuata, prevede simulazioni in modelli a zone per tutte le soluzioni alternative che possano soddisfare anche in parte i bisogni del committente e dell'attività. Conse-

guentemente, si approfondisce l'analisi delle sole soluzioni ritenute più promettenti e ottimizzate con verifiche in modelli di campo di fluidodinamica computazionale (CFD), in particolare FDS.

Scenari di incendio

Si ritiene che i focolari attesi risultino meno gravosi di quelli previsti per i focolari predefiniti del Codice di prevenzione incendi, per cui la stima della curva

HRR viene riferita ad un focolare predefinito con velocità di propagazione alta. La posizione del focolare viene scelta al centro di un serbatoio di fumo, in modo da riprodurre lo scenario peggiore nei confronti dell'organizzazione del compartimento in zone di immisione, in quanto l'innesco si colloca all'intersezione tra le stesse.

Per semplificare l'iter di simulazione, si ottiene il tempo t_x di attivazione dell'impianto sprinkler pari

al tempo di trigger registrato dagli smoke detector con un ritardo di un minuto dallo stesso.

Si specifica che è compito del progettista valutare l'interferenza tra impianto sprinkler e SEFC in modo che l'attivazione di uno non precluda il corretto funzionamento dell'altro. Nel lavoro svolto si tiene conto di tale problema considerando un ritardo di 60 secondi nell'attivazione dell'impianto SEFC

“ La procedura di verifica delle soluzioni alternative attuata, prevede simulazioni in modelli a zone per tutte le soluzioni alternative che possano soddisfare anche in parte i bisogni del committente e dell'attività ”

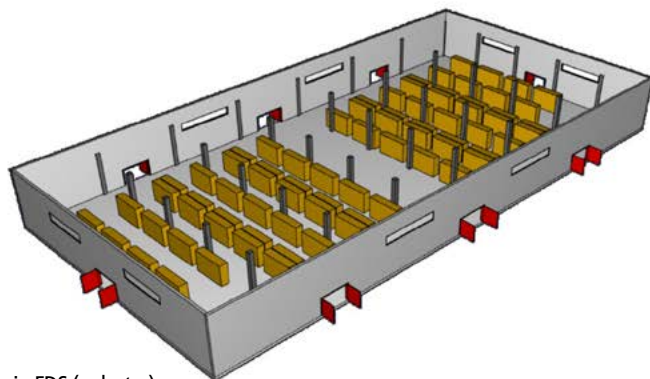
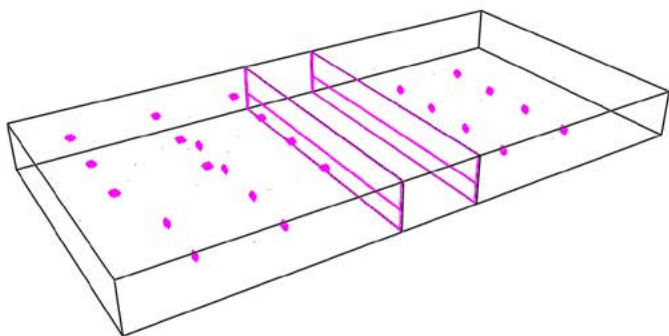


Figura 9 | SD: modello architettonico visualizzato in CFAST (a sinistra) e in FDS (a destra)

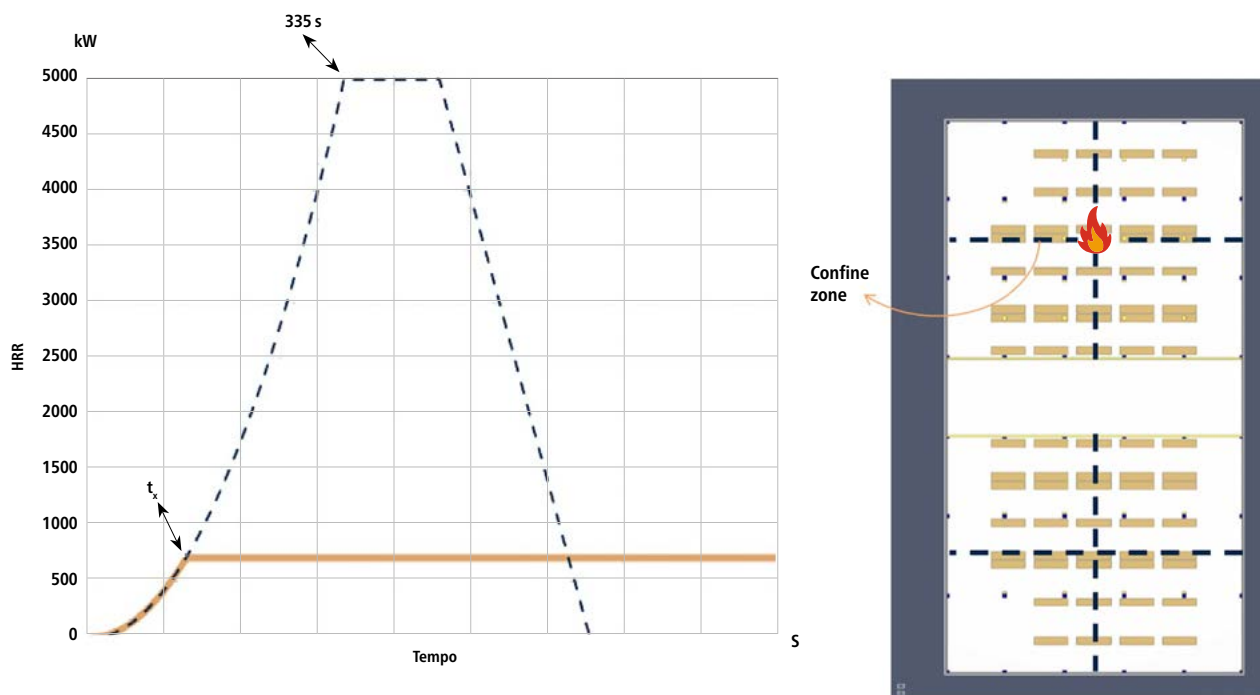


Figura 10 | Quantificazione delle condizioni di progetto per la verifica delle soluzioni progettuali

rispetto a quello dell'impianto sprinkler, oltre che prevedere un'adeguata distanza tra gli ugelli e i punti di estrazione di aria.

Le ipotesi relative agli scenari simulati sono riassunte nella Tabella 5. Queste ultime in prima approssimazione prevedono la riduzione della portata nel compartimento di fumo, per poi considerare anche gli effetti della rimozione delle barriere al fumo.

Verifica delle prestazioni

Si definiscono le soglie di prestazione per il raggiungimento degli obiettivi antincendio:

► **la prima tipologia** di soglia riguarda l'altezza dello strato libero da fumo, che deve essere superiore ai **3 metri** per ricalcare le condizioni di progetto scelte per lo svolgimento delle soluzioni conformi alla norma UNI 9494, in secondo piano si fa riferimento anche al valore dell'altezza dello strato libero dai fumi di 2 metri, inteso come minimo assoluto accettabile dalla normativa;

► **la seconda tipologia** riguarda le temperature raggiunte dagli elementi strutturali in ottica di salvaguardia dei beni. L'andamento delle temperature per l'incendio convenzionale di progetto adottato

ID	DESCRIZIONE	INDICAZIONI SUI PRESIDI			MODELLAZIONE	
		SPK	SMOKE BARRIER	RIDUZIONE PORTATA DI ESTRAZIONE*	ZONE	CAMPO
1	Riduzione della portata rispetto alla soluzione conforme del 50%	Sì	Sì	50%	Sì	No
2	Riduzione della portata rispetto alla soluzione conforme del 70%	Sì	Sì	70%	Sì	No
3	Rimozione delle barriere al fumo. La portata totale dei ventilatori attivi è pari a quella soluzione conforme	Sì	No	0%	Sì	Sì
4	Rimozione delle tende di fumo, la portata totale dei ventilatori attivi è dimezzata	Sì	No	50%	Sì	Sì

[*] rispetto alla portata totale dei ventilatori attivi in emergenza richiesta dalla norma UNI 9494 in una soluzione conforme.

Tabella 5 | Definizione dei parametri delle simulazioni effettuate per la valutazione delle soluzioni alternative

Curva d'incendio standard ISO 834

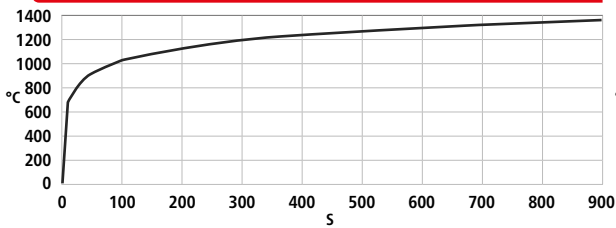


Figura 11 | Curva standard d'incendio dalla ISO 834

Curva nominale degli idrocarburi

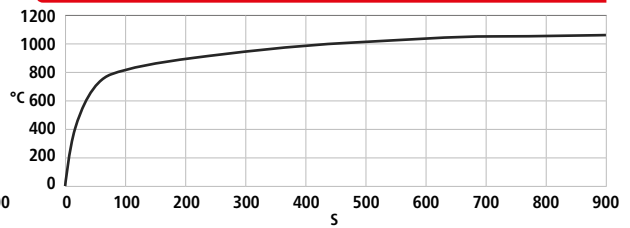
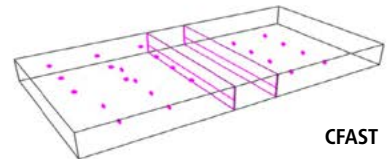


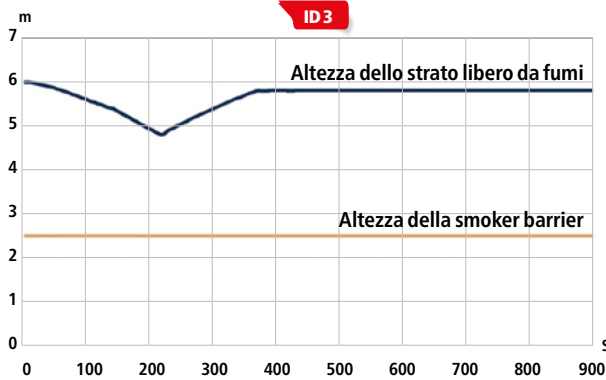
Figura 12 | Curva nominale degli idrocarburi secondo l'incendio di progetto, da NTC2018

Risultati soluzioni alternative con presenza di barriere al fumo

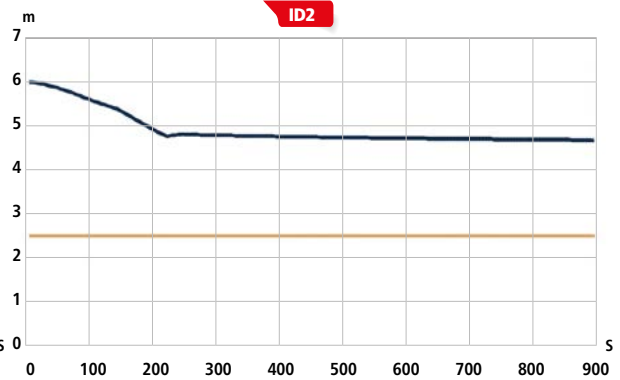
ID	SPK	SMOKE BARRIER	VOLUME DEL SERBATOIO	RIDUZIONE PORTATA DI ESTRAZIONE TOTALE	ZONE	CAMPO
1	Si	Si	30x35x3 m	50%	Si	No
2	Si	Si	30x35x3 m	70%	Si	No
3	Si	No	70x35x3 m	0%	Si	Si
4	Si	No	70x35x3 m	50%	Si	Si



CFAST



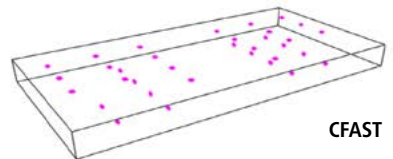
ID3



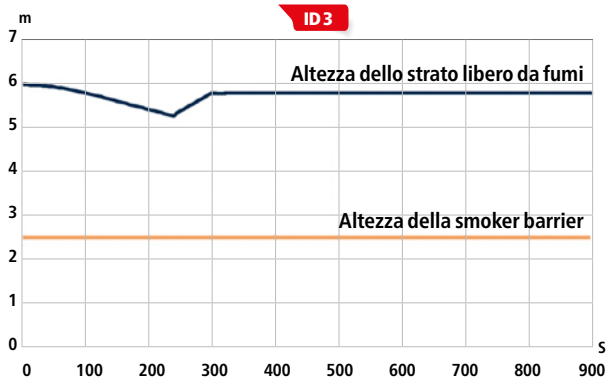
ID2

Risultati soluzioni alternative in assenza di barriere al fumo

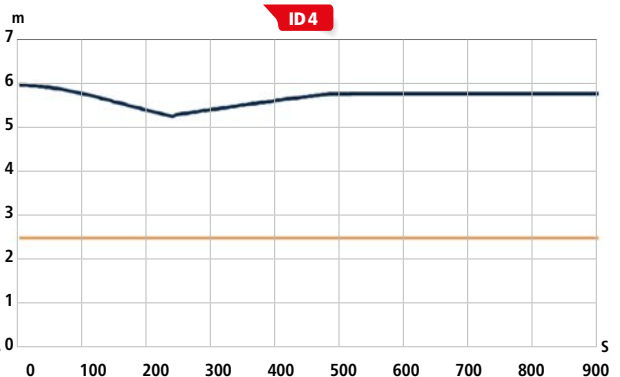
ID	SPK	SMOKE BARRIER	VOLUME DEL SERBATOIO	RIDUZIONE PORTATA DI ESTRAZIONE TOTALE	ZONE	CAMPO
1	Si	Si	30x35x3 m	50%	Si	No
2	Si	Si	30x35x3 m	70%	Si	No
3	Si	No	70x35x3 m	0%	Si	Si
4	Si	No	70x35x3 m	50%	Si	Si



CFAST



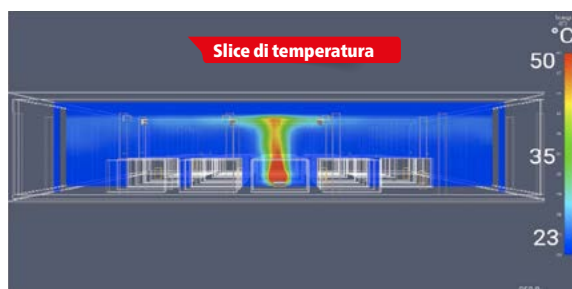
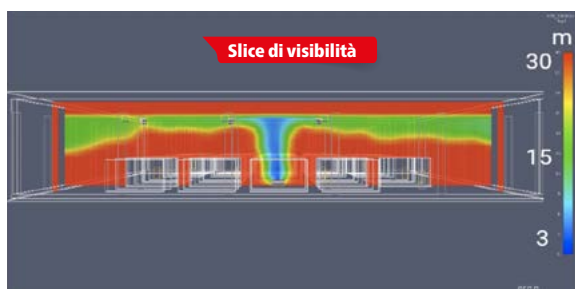
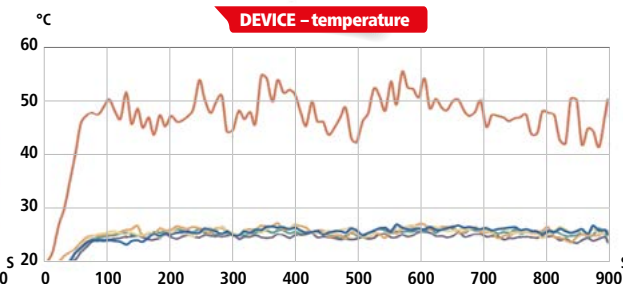
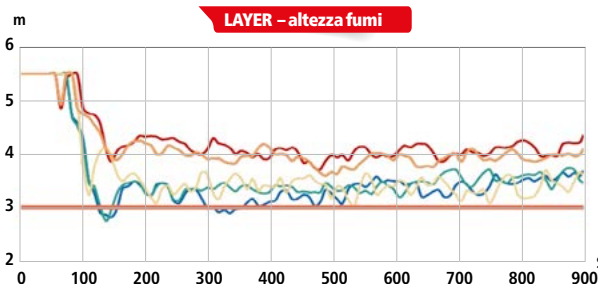
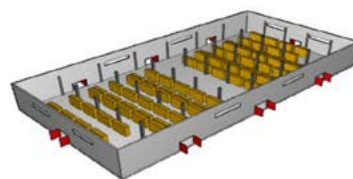
ID3



ID4

Risultati in FDS per la soluzione alternativa prescelta

ID	SMOKE BARRIER	VOLUME DEL SERBATOIO	RIDUZIONE PORTATA DI ESTRAZIONE TOTALE	ZONE	CAMPO
1	Sì	30x35x3 m	50%	Sì	No
2	Sì	30x35x3 m	70%	Sì	No
3	No	70x35x3 m	0%	Sì	Sì
4	No	70x35x3 m	50%	Sì	Sì



può essere stimato attraverso la curva di incendio standard ricavata dalla ISO 834 o, in alternativa, dalla curva di incendio degli idrocarburi ricavata dalle NTC 2018.

Nelle immagini di queste due pagine si mostrano alcuni risultati ottenuti dalle simulazioni condotte, che hanno avuto nella totalità un riscontro positivo.

A commento dei risultati si rileva che:

- ▶ I valori delle temperature sono ben lontani dal raggiungimento delle curve di riferimento imposte come soglie di prestazione, anche per il punto direttamente al di sopra del focolare. Tuttavia, sarebbe opportuno studiare nello specifico ogni singolo elemento strutturale.
- ▶ I valori di visibilità sono molto positivi in quanto, escludendo gli immediati pressi del focolare, la

concentrazione di polveri è molto bassa in corrispondenza della soglia minima di altezza dello strato libero da fumi.

- ▶ Le altezze registrate dai layer sono abbastanza variabili ma accettabili in quanto solo per due layer, per poco tempo, la soglia proposta viene leggermente superata. Inoltre questi layer sono posizionati in punti specularmente vicini al focolare, dunque si ritiene che tale fenomeno puntuale.

Conclusioni

I risultati ottenuti dimostrano come l'applicazione di una progettazione integrata tra indicazioni prescrittive e approccio ingegneristico comporti una significativa ottimizzazione della soluzione conforme ottenuta. Dunque, il fatto che il Codice dia la possibilità di perseguire tale progettazione è considerevole.

L'approccio ingegneristico sul sistema di controllo forzato di fumo e calore ha permesso l'adozione di una soluzione progettuale più efficiente e funzionale, in particolare:

- ▶ Rimuovendo le smoke barrier.
- ▶ Riducendo la portata dei singoli ventilatori, mantenendo lo stesso numero di aperture di estrazione e di immissione.
- ▶ Prevedendo la totalità dei ventilatori installati attivi in emergenza, con una portata complessiva di estrazione pari a 124000 m³/h, ovvero dimezzata rispetto alla soluzione conforme.

Ne deriva che la soluzione alternativa è più sostenibile sotto diversi aspetti, in quanto è:

- ▶ meno complessa, il che riduce le interferenze in fase di progettazione e cantiere;
- ▶ di ridotto impatto economico, sia per quanto riguarda i costi iniziali

che di manutenzione e sostituzione dei componenti;

- ▶ conveniente energeticamente, poiché viene richiesta minore potenza dall'impianto.

Il lavoro svolto mira a costituire un esempio applicativo per un qualsiasi caso studio che necessita di ottimizzazioni analoghe. Considerando difatti che, per la tematica affrontata, il campo di applicazione della norma UNI 9494 è stato ritenuto ristretto e le soluzioni prescrittive poco efficienti, si ritiene utile un aggiornamento delle disposizioni normative mirato

a guidare e stabilire delle procedure per l'applicazione di un metodo di approccio ingegneristico specificamente in tema SEFFC, con il fine di aggiungere un importante complemento delle indicazioni presenti nella sezione Metodi del Codice di Prevenzione Incendi. ♦

“ I risultati raggiunti dimostrano come l'applicazione di una progettazione integrata tra indicazioni prescrittive e approccio ingegneristico comporti una significativa ottimizzazione della soluzione conforme ottenuta ”

“Il fuoco non conosce la Legge degli uomini, ma segue perfettamente le leggi della fisica e della chimica”



Il 19 gennaio 2022 l'ingegner Diego Sartorello avrebbe compiuto 76 anni.

Il suo nome è legato in modo indissolubile all'ingegneria antincendio in Italia, di cui è stato il padre indiscusso.

Uomo di grande intelligenza, acuto senso critico e vasta cultura, dotato di innata gentilezza e signorilità era però capace di difendere la scienza con spirito sagace e vivace oratoria ogni qualvolta veniva calpestate. A queste sue notevoli doti, dobbiamo il carisma che la sua persona trasmetteva a chi ha avuto il grande piacere di conoscerlo o semplicemente di ascoltarlo.

Diego ha rappresentato negli ultimi quarant'anni il massimo esponente italiano della "Fire Engineering" internazionale. L'apprezzamento dei maggiori professori e ricercatori stranieri del settore che, dopo la sua improvvisa scomparsa avvenuta l'11 gennaio scorso, mi hanno voluto esprimere le loro più

sentite espressioni di dolore e rimpianto per la sua morte, ne sono prova tangibile.

Alcuni di loro, prima della pandemia, avevano avuto modo di conoscerlo anche in ambiti diversi dalla professione trascorrendo alcuni giorni a Venezia. L'occasione era stata l'unica conferenza internazionale di "Fire Safety & Protection Engineering" avvenuta in Italia e organizzata presso la Fondazione Cini dall'ing. Sartorello. Anche loro, lo si evince dalle parole che mi hanno scritto, avevano dell'uomo la stessa percezione che cerco di trasmettere in queste righe. Non poter godere della sua compagnia priva il settore di un faro che illuminava con grande chiarezza gli aspetti più complessi dell'ingegneria antincendi. Spesso poco considerato, il settore della Fire Engineering, seppur fondamentale per la nostra sicurezza, non trova la dovuta trattazione nei percorsi universitari italiani. Ecco perché avere un simile "professore" rappresentava per l'Italia una certezza di risposta alle molte domande che un professionista può e deve porsi quando progetta un'opera.

Di lui ci restano le dispense delle innumerevoli lezioni, i numerosi articoli pubblicati su riviste scientifiche, quelli pubblicati in questa rivista, la scrittura di una parte della norma UNI 9795

sui sistemi IRAI, tutta la norma UNI 11497 sui rivelatori autonomi d'incendi ("smoke alarm"), i suoi contributi al comitato tecnico UNI 011/GL07 "Ingegneria della sicurezza contro l'incendio", quelli come Presidente della Commissione Antincendi dell'Ordine degli Ingegneri di Venezia, e moltissimi altri contributi, anche in ambiti di diversi da quello professionale. Non ci sono dubbi che l'eccezionale compagnia di quest'uomo mancherà a moltissime persone. A me, al mio gruppo¹ e a tutti gli ingegneri resta il dolore di aver perso un amico col quale condividevamo un'affinità d'intenti volta a divulgare il metodo scientifico sopra ogni e qualsiasi norma perché, come spesso Diego amava ricordare: "Il fuoco non conosce la Legge degli uomini, ma segue perfettamente le leggi della fisica e della chimica".

Ciao Diego!

ing. Domenico D.M. Rossi
Presidente Commissione Antincendi
dell'Ordine degli Ingegneri
della Città Metropolitana di Venezia

1. La Commissione Antincendi dell'Ordine degli Ingegneri della Città Metropolitana di Venezia.

CREDITO D'IMPOSTA BENI MATERIALI 4.0

2022

Utilizzando i nostri impianti di revisione estintori INDUSTRIA 4.0 potrai fornire al tuo cliente rapporti trasparenti e di altissima qualità grazie al controllo remoto ed ottenere sistemi personalizzati dalla grande prestazione con interfacce touch screen semplici ed intuitive, senza tralasciare la sicurezza, fino alla stampa automatica delle etichette di revisione. Attraverso un sistema di teleassistenza creato appositamente da Aesse, i nostri tecnici saranno al tuo fianco dall'acquisto, alla messa in funzione e anche nel post-vendita.

I vantaggi che emergono dall'interconnettività e automatizzazione, potenziano il macchinario e valorizzano il lavoro finale da rivolgere al cliente.

Si pensi all' interazione da remoto, nel senso di potere, a distanza, di rilevare dati sul funzionamento o sulla necessità di introdurre correttivi riguardo le stesse macchine; ma soprattutto al fatto che l'utilizzatore potrà monitorare il sistema e il suo processo, attraverso l'immissione di specifiche personalizzabili e una fruizione continua di dati, quali:

- Report lavoro macchina;
- Possibilità lettura codice a barre / creazione etichette con codice a barre;
- Possibilità di dare accesso continuo anche da remoto ai propri clienti ai dati dei loro presidi antincendio;
- Possibilità di comunicare ai clienti dati quali, n° lotto polvere, tipo polvere/CO2 ecc., data ed ora in cui è stata effettuata la lavorazione, operatore che l'ha effettuata ed altri dati tecnici; quali ad esempio: la coppia di serraggio delle valvole e molto altro.

Un vantaggio significativo è il **tempo di revisione, dai 3 ai 5 minuti** (secondo gli accessori) per estintori a polvere da 6 kg. Sono disponibili impianti industria 4.0 sia per estintori a polvere che CO2 o schiuma.

Per gli investimenti avvenuti entro il 31/12/2022 è previsto un credito d'imposta al:

- 40% per quote d'investimento fino a 2,5 milioni di euro;
- 20% per quote d'investimento comprese tra 2,5 e 10 milioni di euro;
- 10% per quote d'investimento comprese tra 10 e 20 milioni di euro.

Sono eleggibili per il credito d'imposta 4.0 con queste percentuali anche gli investimenti effettuati entro il 30/06/2023 purché l'ordine sia stato accettato dal venditore e si sia pagato un acconto di almeno il 20% entro il 31 Dicembre 2022.

Tale agevolazione è cumulabile con altri incentivi anche locali.



TOR 4.0 D