

**Sistemi di Evacuazione Forzata di
Fumo e Calore
Norma UNI 9494 -2: 2012
SEFFC**

9494-2

NORMA
ITALIANA

Sistemi per il controllo di fumo e calore
Parte 2: Progettazione e installazione dei Sistemi di
Evacuazione Forzata di Fumo e Calore (SEFFC)

UNI 9494-2

GIUGNO 2012

Smoke and heat control systems

Part 2: Design and installation for powered smoke and heat exhaust ventilators (PSHEVS)

La norma stabilisce i criteri di progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Forzata di Fumo e Calore (SEFFC) in caso d'incendio.

La norma si riferisce ai Sistemi di Evacuazione Forzata di Fumo e Calore (SEFFC) in ambienti di altezza h pari ad almeno 3 m, aventi superficie minima di 600 m². La norma contiene prospetti e procedure per il calcolo delle altezze libere da fumo al fine di rispettare i requisiti imposti dai diversi livelli di protezione.

Il dimensionamento dell'impianto secondo la presente norma non si applica ai seguenti casi:

- ambienti a rischio di esplosione;
- corridoi;
- corridoi con scale.

Introduzione

- Durante un incendio si liberano nell'ambiente fumo, gas tossici e irritanti, calore;
- Il calore rappresenta il pericolo principale per le persone che si trovino nelle immediate vicinanze del punto di origine dell'incendio;
- Fumo e gas prodotti dalla combustione minacciano la sicurezza delle persone presenti anche in zone più lontane dalla sede dell'evento.

Introduzione

- La presenza di fumo riduce la visibilità, impedendo ai presenti l'individuazione e il raggiungimento delle uscite del locale. Ne risulta, quindi, un pericoloso rallentamento nella velocità di esodo;
- L'esposizione ai gas tossici prodotti dalla combustione può inoltre determinare in breve tempo la condizione di inabilitazione, con parziale o completa inibizione dell'efficienza fisica e conseguente riduzione della capacità di fuga.

Cost of Direct Fire Losses—Table 1

Table 1: *Adjusted direct losses* (in millions, except for Japan—billions)

Country	Currency	Direct Losses			Cost as percentage of GDP 2007-2009
		2007	2008	2009	
Singapore	\$S	110	110	115	0.04
Slovenia	SIT				0.07 [2002-2004]
Australia †	\$AUS	905	1,000	945	0.08
Czech Republic	Kč	2,450	3,700	2,450	0.08
Spain ‡	€		910		0.08 [2008]
Poland	zł	900	1,450	1,150	0.09
United States	\$US	16,500	17,500	14,000	0.11
Japan	¥	600	615	605	0.12
New Zealand	\$NZ	180	240		0.12 [2007-2008]
Germany	€	2,950	2,850	3,050	0.12
United Kingdom	£	1,700	1,950	1,800	0.13
Finland	€	315	305	295	0.17
Netherlands	€	900	1,050	925	0.17
Sweden	kr	5,400	5,950	5,550	0.18
Denmark	kr	4,050			0.20 [2005-2007]
France	€	3,400	4,550		0.20
Italy	€	2,500	3,150	3,750	0.20
Norway	kr				0.22 [2003-2005]

† Australian data is calculated from figures provided in the *Report on Government Services 2012* and may be influenced by specific methodological features of that publication.

‡ Spanish figures rely upon internal WFSC estimates derived from Spanish insurance data and have not had adjustments applied; consequently, this data should be regarded with caution.

NOTE: Fire losses include explosion losses following fire, but exclude explosion losses where no fire occurs (for example, some acts of terrorism)

Ubicazioni delle vittime	Confinati nel comparto d'origine dell'incendio	Estesi oltre il comparto in cui ha avuto origine l'incendio	Totali
Vicino al punto di origine del fuoco	6.9%	11.3%	18.2%
Nel compartimento d'origine d'incendio ma non vicino alla sorgente di ignizione	6.0%	18.8%	24.8%
Al di fuori del comparto di origine dell'incendio ←	3.6%	56.8%	56.4%
Non classificati	0.1%	0.5%	0.6%
TOTALI	16.7%	83.3%	100%

(Tab. 01)

Vittime a causa di inalazione di fumi a seguito incendio, in funzione del livello di estensione del danno e della ubicazione o posizione delle vittime
 "FIRE DEPARTMENT" (USA)

Sistemi di evacuazione di fumo e calore (SEFC)

- Gli obiettivi dei sistemi di evacuazione di fumo e calore (SEFC) riguardano i punti che seguono:
- Mantenere le vie di esodo e gli accessi ai locali interessati dall'incendio liberi da fumo;
- Ritardare e/o prevenire le condizioni di sviluppo generalizzato dell'incendio ("*flash-over*");
- Agevolare le operazioni delle squadre di intervento contro l'incendio;
- Limitare i danni agli impianti e alle merci;
- Ridurre le sollecitazioni termiche sulle strutture;
- Ridurre i danni provocati dalle sostanze tossiche o corrosive originate dalla combustione.

D.M. 19 agosto 1996



- articolo 5.3 : (scena integrata nella sala)
- " La sala deve essere dotata di un **efficace sistema di evacuazione fumi**"

LOCALI DI ESPOSIZIONE E VENDITA



- **D.M. 27 luglio 2010**
- **4.3 LUNGHEZZA DEI PERCORSI DI ESODO**
Il percorso effettivo per raggiungere un luogo sicuro, non può essere superiore a 50 m, incrementabili a 60 m in presenza di un sistema di smaltimento fumi realizzato ... **sistema di controllo dei fumi con l'ausilio di evacuatori di fumo e calore (EFC) a funzionamento naturale o con l'ausilio di estrattori meccanici, dimensionato e realizzato in conformità alle vigenti norme tecniche di impianto e di prodotto**

LOCALI DI ESPOSIZIONE E VENDITA



- **D.M. 27 luglio 2010**
- **4.9 - SISTEMA DI CONTROLLO DEI FUMI NATURALE O MECCANICO**
- Le aree adibite alla vendita devono essere provviste di un sistema di controllo dei fumi finalizzato a garantire un'altezza libera dal fumo pari almeno a 2,00 metri.

LOCALI DI ESPOSIZIONE E VENDITA



- **D.M. 27 luglio 2010**
- **4.9 - SISTEMA DI CONTROLLO DEI FUMI NATURALE O MECCANICO**
- Gli ambienti di edifici pluripiano che si affacciano sulla **mall devono presentare** compartimentazioni fisse o mobili sugli affacci stessi per evitare la propagazione dei fumi verso i vari piani dell'edificio.
- Tale obiettivo puo essere raggiunto con [... *omissis* ...] **sistema di controllo dei fumi con l'ausilio di evacuatori di fumo e calore (EFC) a funzionamento naturale o con l'ausilio di estrattori meccanici, dimensionato e realizzato in conformità alle vigenti norme tecniche di impianto e di prodotto**

.... e ancora

... in tutte le attività soggette, laddove è stata inserita come misura di protezione al fine della determinazione delle prestazioni di resistenza al fuoco richieste alle strutture (**D.M. 9/3/2007**) ...

$$q_{f,d} = d_{q1} \cdot d_{q2} \cdot d_n \cdot q_f$$

MJ/m²

$$d_n = \prod_i d_i$$

è il fattore che tiene conto delle differenti misure di protezione adottate

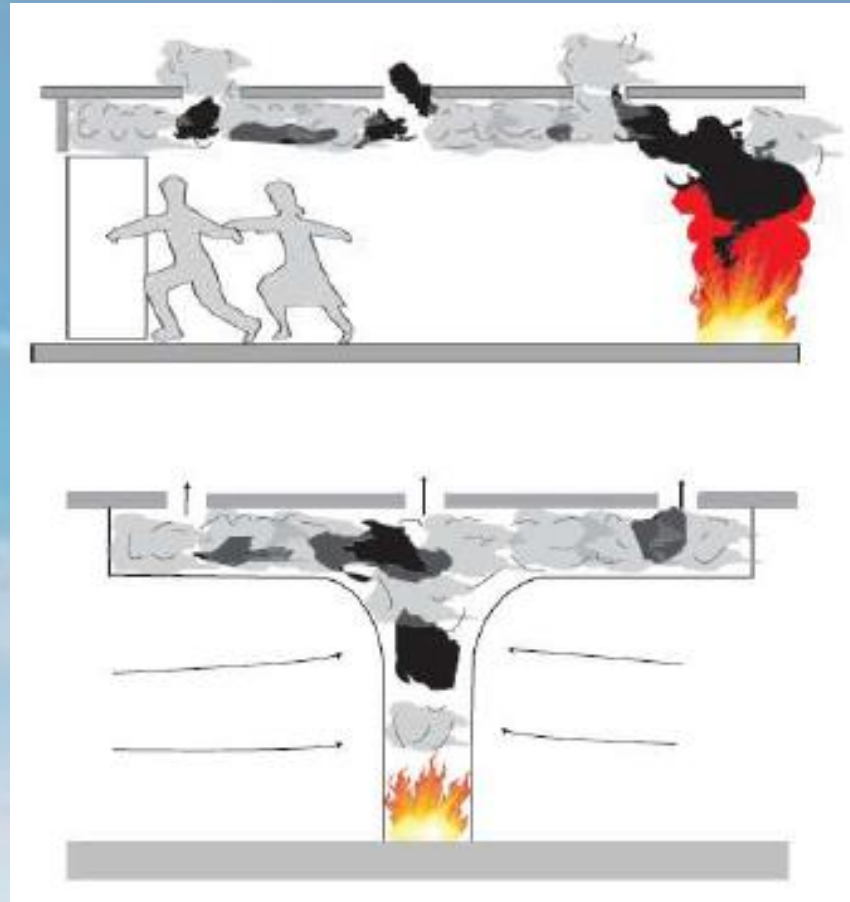
$$d_{n3} = 0,90$$

**Sistemi di evacuazione
automatica di fumo e calore**

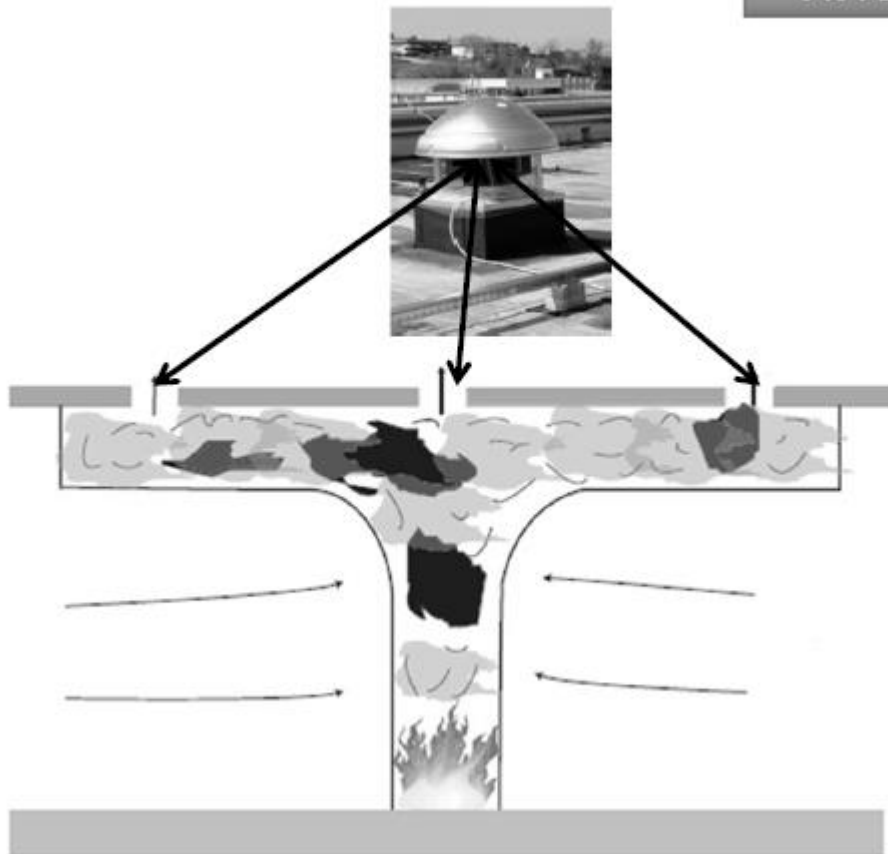
- Oltre ai casi previsti dalla normativa, gli impianti SEFC, ed in particolare quelli meccanici, possono essere utili per i procedimenti di DEROGA
- Ad esempio per le autorimesse prive di ventilazione naturale
- Nei casi previsti dal codice di prevenzione incendi

Sistemi di evacuazione di fumo e calore (SEFC)

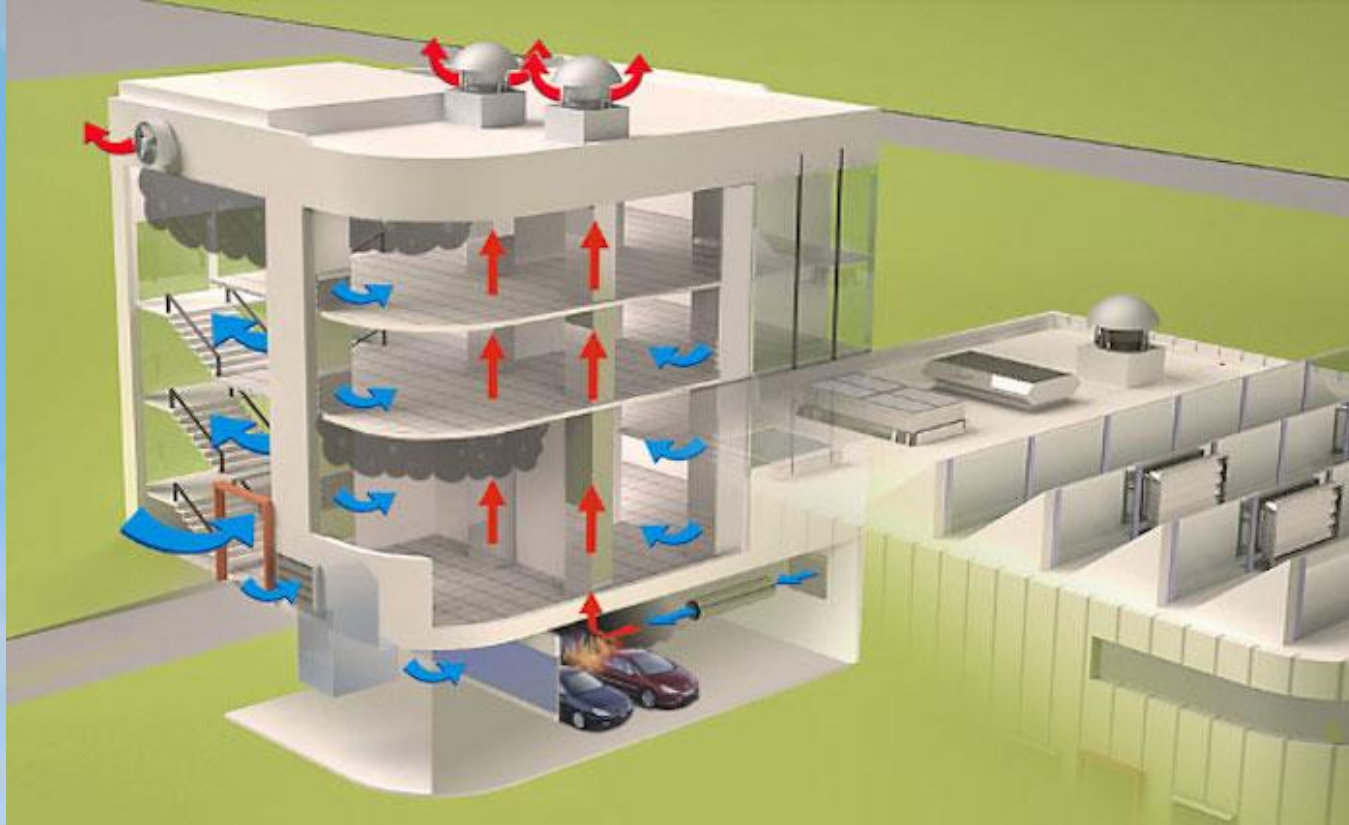
- La quantità di fumo prodotta dipende principalmente dalle dimensioni dell'incendio
- La colonna di fumo e di gas che si eleva dal focolaio dell'incendio risucchia al suo interno l'aria presente nell'ambiente, portandola, più calda, nella parte sommitale del locale.



• I **Sistemi di evacuazione forzata di fumo e calore (EFFC)** sono complementari ai **Sistemi di evacuazione naturale di fumo e calore (ENFC)**, e risultano una valida alternativa nei casi in cui vincoli geometrici o ambientali non consentano un adeguato dimensionamento del sistema di evacuazione naturale



Principio di funzionamento degli impianti SEFFC



- La differenza fondamentale rispetto ai sistemi naturali consiste nel fatto che **la movimentazione dei fumi caldi è realizzata per mezzo di ventilatori azionati da motori elettrici**. L'entrata dell'aria di ricambio può invece essere motorizzata oppure, più frequentemente, ottenuta tramite afflusso naturale per semplice depressione interna. Tutti gli elementi che compongono i sistemi di evacuazione forzata devono essere progettati per il funzionamento tenendo in considerazione anche dell'aumento della **temperatura**.

- Tra le situazioni che più comunemente rendono necessario il ricorso ai sistemi forzati (altresì conosciuti come **sistemi di evacuazione meccanici**, oppure **motorizzati**) si possono individuare l'esistenza di vincoli geometrici-architettonici, come ad esempio:
 - indisponibilità di superficie utile sulla copertura ;
 - edifici a più piani;
 - locali interrati o seminterrati;
 - considerazioni di carattere estetico-commerciale, quali ad esempio: impatto visivo delle superfici di estrazione dei fumi, che risulta minore nel caso dei sistemi forzati; minore impatto estetico dell'impianto di alimentazione degli estrattori meccanici, rispetto all'impianto pneumatico di attuazione degli evacuatori naturali;
 - possibilità di posizionare i dispositivi di estrazione in luogo separato, entro certi limiti, rispetto al locale da evacuare.

- I SEFFC possono essere progettati e dimensionati anche per svolgere funzioni di semplice **ventilazione meccanica**. La progettazione di un Sistema EFFC utilizza la medesima base di calcolo di un sistema naturale (ENFC); tuttavia richiede di tenere conto di alcune caratteristiche operative che differenziano significativamente le due soluzioni.
- In un **Sistema ENFC la portata è funzione della temperatura dei fumi, quindi è autoregolante,**
- mentre **nei Sistemi EFFC abbiamo una portata fissa dimensionata in fase di progetto.**
- Pertanto un **Sistema ENFC diventa più efficiente all'aumentare della temperatura dei fumi,** mentre **l'efficienza di un Sistema EFFC tende a calare per temperature elevate.**

- Dal punto di vista impiantistico, **l'evacuazione forzata richiede un impianto elettrico indipendente**, che mantenga la propria efficienza anche in caso di interruzione della fornitura elettrica principale. Dal punto di vista manutentivo, gli interventi periodici risultano leggermente più complessi e onerosi.

•

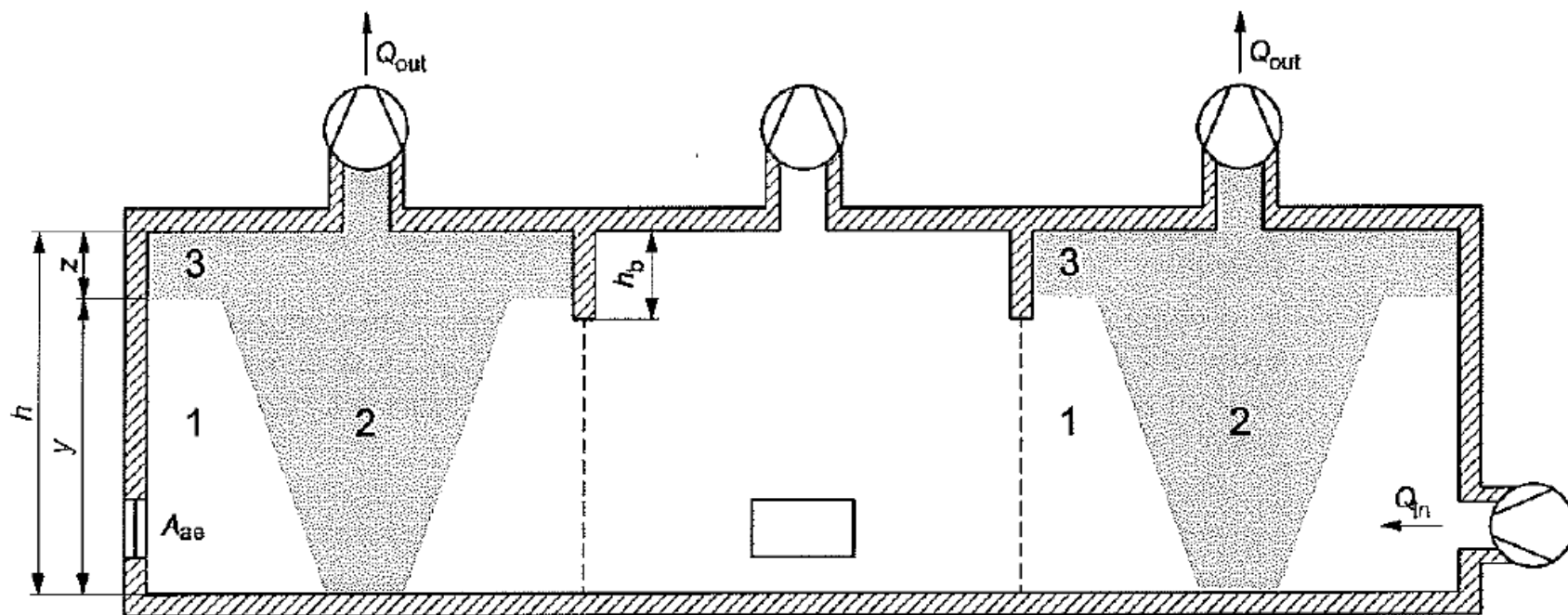
Tali caratteristiche, se opportunamente sfruttate, consentono di ottenere il medesimo grado di sicurezza ed affidabilità sia con i sistemi naturali che con quelli forzati.

Sistemi di evacuazione forzata fumo e calore

- I sistemi di evacuazione forzata hanno una serie di peculiarità interessanti ai fini della tutela della sicurezza antincendio:
- Portata d'aria misurabile;
- Permettono di limitare le forometrie in copertura;
- Danno la possibilità di estrazione dei fumi freddi;
- Danno la possibilità di installazioni lontane dai locali a rischio;
- Un impianto unico può servire più compartimenti;
- Possono essere utilizzabili anche per la ventilazione dei locali o in impianti *“dual purpose”*.

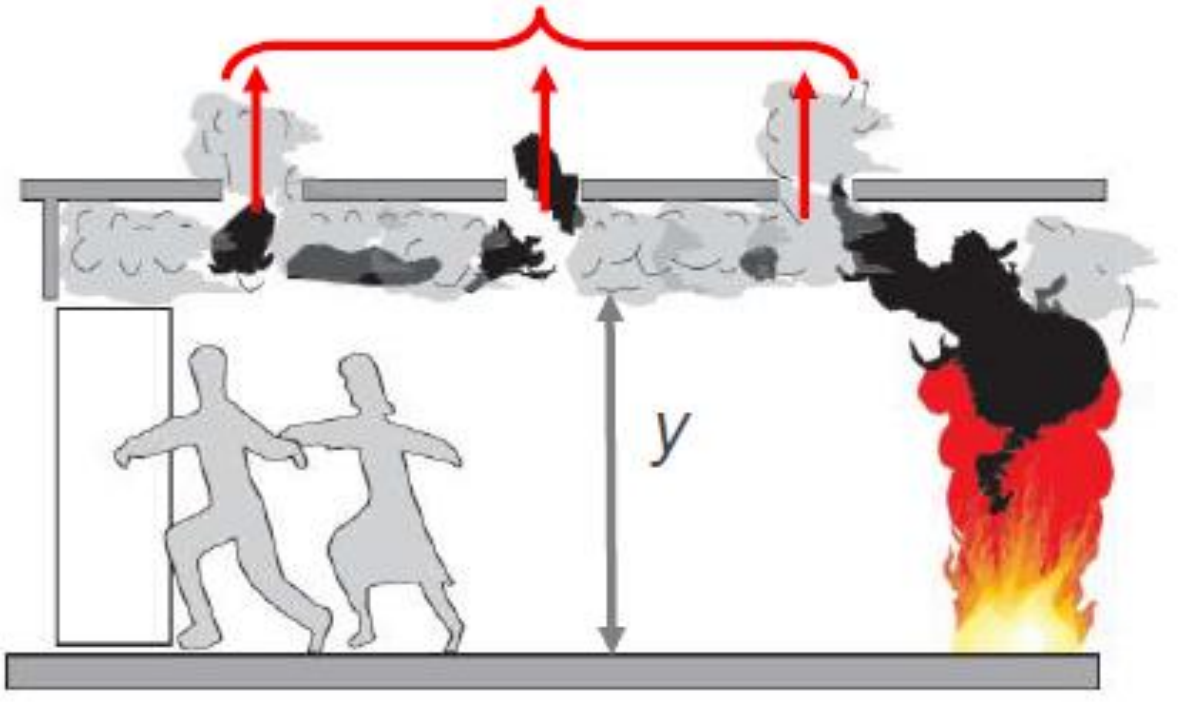
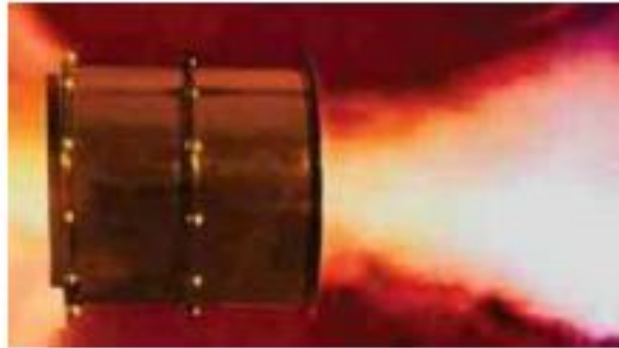
Legenda

- 1 Strato libero da fumo
 2 Colonna di fumo
 3 Strato di fumo
 y Altezza dello strato di aria libera da fumo in metri
 h Altezza del locale da proteggere in metri
 h_b Altezza della barriera al fumo in metri
 z Altezza dello strato di fumo ($h - y$) in metri
 A_{ae} Superficie geometrica dell'apertura per l'afflusso di aria esterna
 Q_{out} Portata di aria espulsa in m^3/h
 Q_{in} Portata di aria immessa nel caso di immissione forzata in m^3/h



NOTA $1 m^3/h = 3\,600 m^3/s$.

Inserire un muro tra secondo e terzo compartimento a soffitto; in altre parole individuare un compartimento antincendio.



Strato di aria libera da fumo (y): Zona compresa tra il pavimento e il limite inferiore dello strato di fumo in cui la concentrazione del fumo è minima e le condizioni sono tali da permettere il movimento agevole di persone.

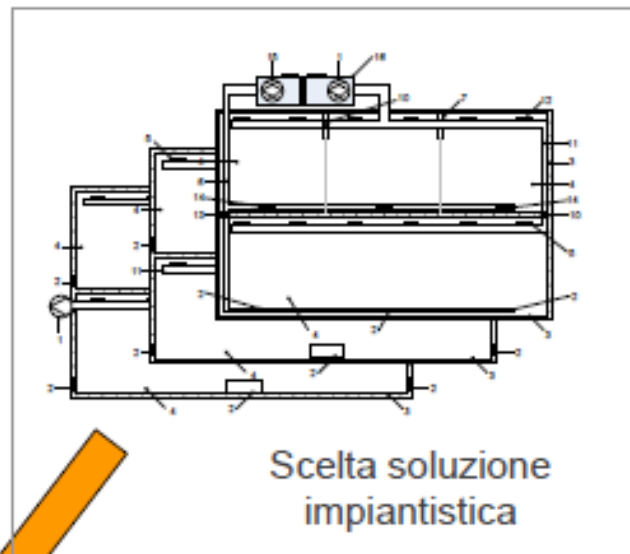
Le fasi della progettazione



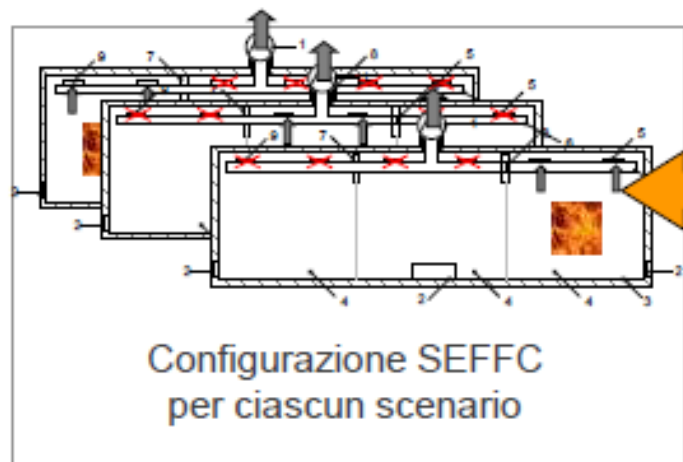
Analisi edificio, destinazione d'uso e definizione degli scenari d'incendio



Determinazione portate e modalità estrazione



Scelta soluzione impiantistica



Configurazione SEFFC per ciascun scenario



Selezione componenti

Criteri di dimensionamento (UNI 9494)

- L'altezza libera dal fumo deve essere valutata in funzione delle caratteristiche dell'attività. L'altezza minima consentita allo strato di aria libera da fumo deve essere pari a 2,5 m;
- Qualora il SEFC abbia lo scopo di proteggere materiali, merci o manufatti particolarmente sensibili al fumo, il limite inferiore dello strato di fumo dovrebbe essere mantenuto distante almeno 0,5 m.

Criteri di dimensionamento (UNI 9494)

- Il dimensionamento dei sistemi di evacuazione fumo e calore dipende:
- Dall'**altezza libera da fumi** desiderata;
- Dal "**gruppo di dimensionamento**" (determinato in base alle ipotesi progettuali circa tempo convenzionale di sviluppo dell'incendio e velocità media di propagazione del fuoco).
- Al dimensionamento del sistema contribuisce, nel caso di estrazione forzata (SEFFC), anche il rilascio termico specifico (kW/m²) considerato.

Progettazione - Principi

Il dimensionamento dei SEFFC

**gruppo
di dimensionamento**

**dall'altezza dello strato
libero da fumo che si
desidera raggiungere nel
locale**

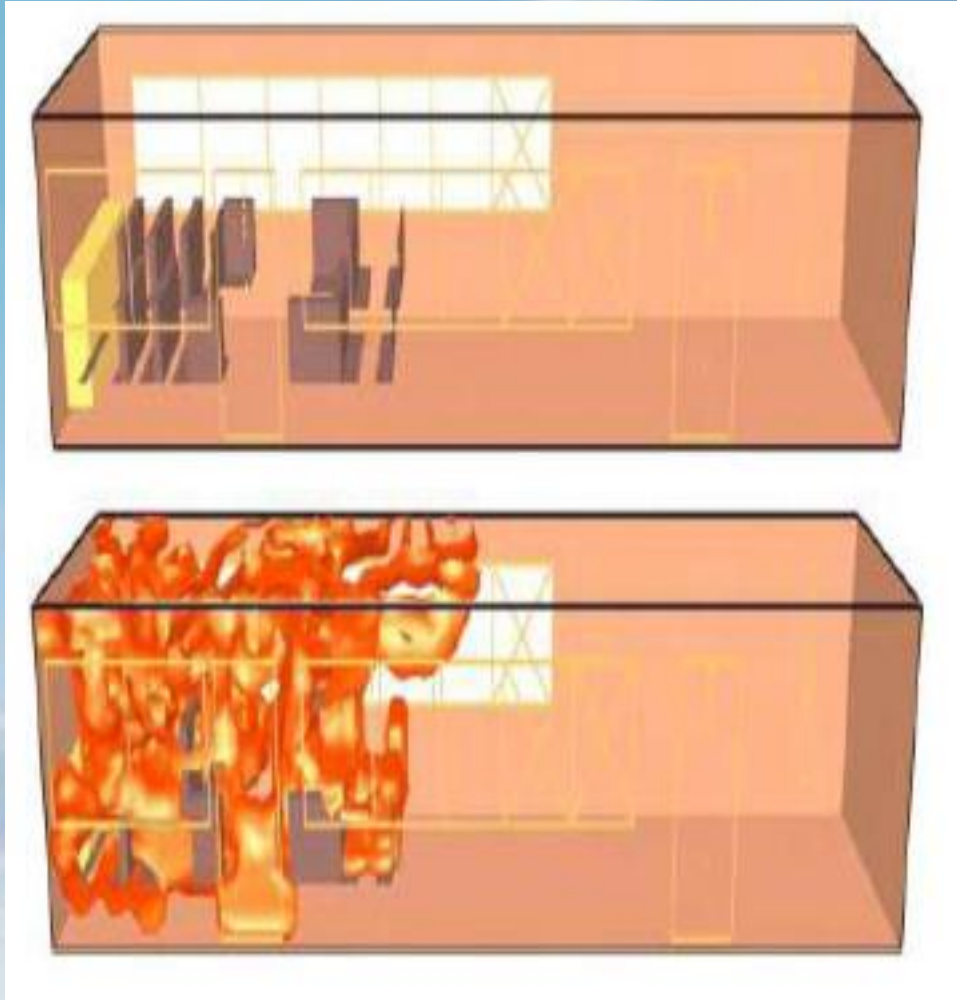
Criteri di dimensionamento (UNI 9494)

Velocità di propagazione dell'incendio

Durata convenzionale di sviluppo dell'incendio

Gruppo di dimensionamento:
Grandezza adimensionale intera
(con valore compreso tra 1 e 5) che
descrive la criticità dell'ambiente oggetto
dello studio corrente.

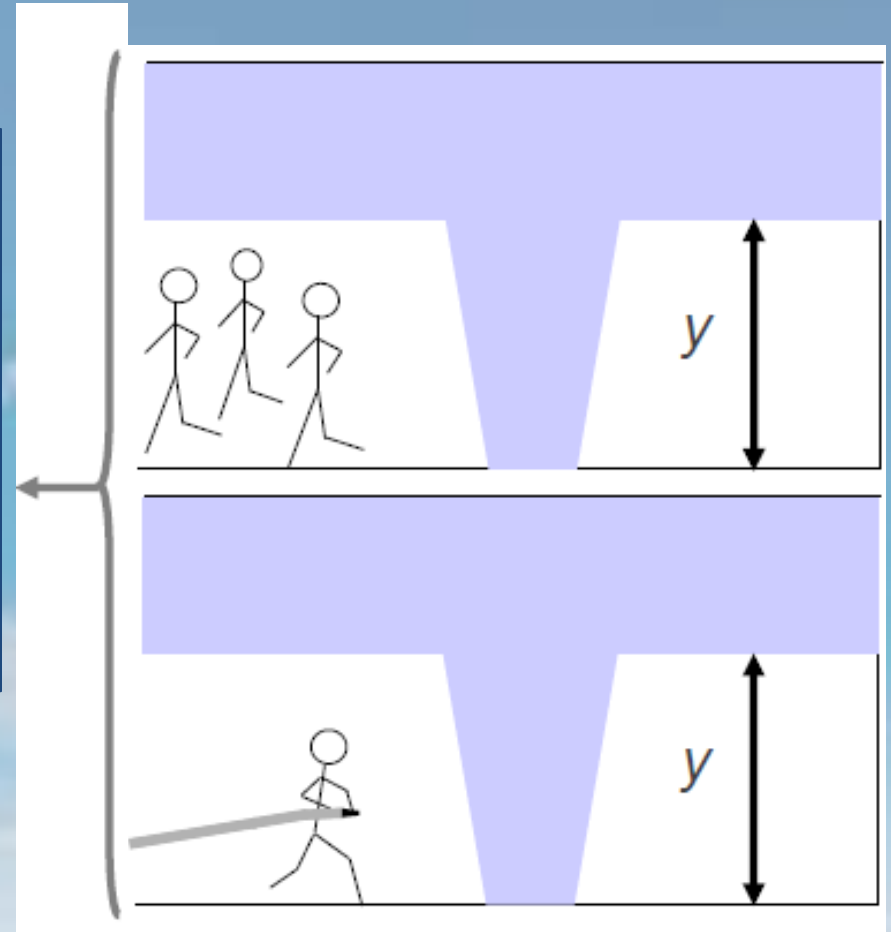
Criteria di dimensionamento (UNI 9494)



Velocità di propagazione dell'incendio: Velocità di avanzamento del fuoco all'interno della zona interessata dall'incendio (indice della possibilità di propagazione delle fiamme dal punto d'innesco alle zone limitrofe).

Criteri di dimensionamento (UNI 9494)

Durata convenzionale di sviluppo dell'incendio: Tempo che si suppone intercorra tra lo scoppio dell'incendio e l'inizio delle operazioni di estinzione assunto per il dimensionamento del sistema.



dimensionamento SEFC

Verifica campo di applicazione

Determinazione del gruppo di dimensionamento (GD)

Parametri di dimensionamento

Velocità di propagazione dell'incendio

Tempo convenzionale di sviluppo dell'incendio

Superficie Utile Efficace (SEFC)

Portata totale di aspirazione (SEFFC)

1) Verifica soddisfacimento campo di applicazione

- I Sistemi di Evacuazione Fumo e Calore (SEFC) riguardano ambienti:
 - Di altezza minima di 3 m;
 - A venti superficie minima di 600 m²;
 - I locali da proteggere devono inoltre avere superficie ≤ 1600 m² o essere suddivisi tramite barriere al fumo in compartimenti a soffitto di superficie massima pari a 1600 m².
- Le indicazioni fornite possono essere comunque prese in considerazione anche nel caso di installazioni non rientranti a rigore nel campo di applicazione;
- In ogni caso, al di fuori del campo di applicazione e/o per i casi limite, è previsto il ricorso alle procedure della FSE.

1) Verifica soddisfacimento campo di applicazione

- Non è esclusa la possibilità di installare impianti SEFC anche per superfici minori a 600 m² o maggiori a 1600 m² laddove ne sia riscontrata l'effettiva necessità per superfici inferiori o l'impossibilità di maggiori suddivisioni per superfici maggiori;
- Per la progettazione e il dimensionamento, in detti casi, effettuato con la fire safety engineering la norma presenta un utile riferimento.

2) Determinazione dei parametri da cui dipende il gruppo di dimensionamento

- La velocità di propagazione dell'incendio

La velocità di propagazione dell'incendio dipende dai materiali presenti, dalla loro configurazione e disposizione.

Analisi del rischio, esperienza professionale, letteratura specifica...

In mancanza di informazioni specifiche è possibile valutare la velocità di propagazione riferendosi alla classificazione dei pericoli tipici indicata nella norma UNI EN 12845.

Gruppi di pericolo e corrispondenti velocità di propagazione dell'incendio

Velocità di propagazione dell'incendio	Gruppo di pericolo secondo UNI EN 12845
Bassa	LH; OH1
Media	OH2, OH3; OH4
Alta	HHP, HHS

- In mancanza di dati specifici si effettua una valutazione di massima sempre con riferimento alla classificazione dei pericoli secondo la UNI 12845

2) Determinazione dei parametri da cui dipende il gruppo di dimensionamento La velocità di propagazione dell'incendio

Settore	Gruppo di Pericolo Ordinario			
	OH1	OH2	OH3	OH4
Negozi e uffici	Uffici di elaborazione dati (stanze computer, tranne locali di archivio nastri)		Grandi magazzini Centri commerciali	Sale di esposizione
Tessile e abbigliamento		Industrie prodotti in cuoio	Fabbriche di tappeti (esclusi quelli in gomma e plastica espansa) Industrie tessili e dell'abbigliamento Industria di passamanerie e simili Calzaturifici Calzifici Maglifici Linifici Industrie per materassi (esclusi quelli in plastica espansa) Industria per il confezionamento Tessiture Tessiture di lana e lana pettinata	Tessiture di cotone Impianti di preparazione di lino e canapa
Legname e legno			Industrie per la lavorazione del legno Mobilifici (esclusa la plastica espansa) Esposizioni di mobili Industrie di tappezzeria (escluse le plastiche espanse)	Segherie Industrie di truciolato Industrie del legno compensato
Nota	Dove, in attività a pericolo OH1 o OH2 vi sono aree di verniciatura o aree di pericolo elevato simile, esse dovrebbero essere trattate come pericolo OH3.			

3) Determinazione dei parametri da cui dipende il gruppo di dimensionamento – Il tempo convenzionale di sviluppo dell'incendio

- La durata convenzionale di sviluppo dell' incendio (T) si compone di due parti:

$$T = t_1 + t_2$$

- t_1 tempo allarme
- t_2 tempo d' intervento

$$t_1$$

- Il tempo di allarme si riferisce al tempo che intercorre tra lo scoppio dell'incendio e il momento dell'allarme:
- $t_1 = 0$ min in presenza di un sistema automatico che aziona automaticamente il SEFFC
- $t_1 = 5$ min nel caso di edificio con presenza di persone h 24.
- $t_1 = 10$ min in tutti gli altri casi

t_2 tempo d' intervento

- Tempo che intercorre tra l'allarme e l'inizio delle operazioni di estinzione
- $t_2 = 5$ min nel caso di presenza h 24 di squadre di soccorso interno
- $t_2 = 10, 15, 20$ min o maggiore nel caso di squadra di soccorso esterna, da definire in funzione delle condizioni del locale e **comunque non minore di 10 min.**

prospetto C.1 Valori medi dei tempi di intervento dei VVF

Provincia	t
AGRIGENTO	12
ALESSANDRIA	9
ANCONA	12
AREZZO	14
ASCOLI PICENO	15
ASTI	11
AVELLINO	12
BARI	12
BELLUNO	11
BENEVENTO	12
BERGAMO	17
BIELLA	14
BOLOGNA	13
BRESCIA	15
BRINDISI	16
CAGLIARI	12
CALTANISSETTA	8

Provincia	t
GORIZIA	9
GROSSETO	13
IMPERIA	8
ISERNIA	13
LA SPEZIA	12
L'AQUILA	12
LATINA	13
LECCE	14
LECCO	15
LIVORNO	14
LODI	18
LUCCA	12
MACERATA	12
MANTOVA	12
MASSA CARRARA	12
MATERA	13
MESSINA	13

Provincia	t
POTENZA	21
PRATO	17
RAGUSA	11
RAVENNA	9
REGGIO CALABRIA	19
REGGIO EMILIA	9
RIETI	18
RIMINI	14
ROMA	19
ROVIGO	13
SALERNO	14
SASSARI	11
SAVONA	11
SIENA	15
SIRACUSA	10
SONDRIO	13
TARANTO	18

Durata convenzionale prevista di sviluppo dell' incendio



Inizio incendio

t allarme

0 min in presenza
di impianti automatici
di rivelazione di fumo

5 min con presenze di
persone h24

10 min in tutti gli altri casi

t intervento

5 min in presenza di squadre interne,
di soccorso

10 min

15 min

20 min per squadre esterne di soccorso , a
seconda della distanza dal
distaccamento VF.

Inizio spegnimento

Criteri di dimensionamento (UNI 9494)

Determinazione del gruppo di dimensionamento

Colonna	1	2	3	4
Riga	Tempo convenzionale di sviluppo dell'incendio (min)	Velocità di propagazione dell'incendio		
		Molto bassa	Media	Molto alta
1	≤ 5	1	2	3
2	≤ 10	2	3	4
3	≤ 15	3	4	5
4	≤ 20	4	5	-

- Il gruppo di dimensionamento definito secondo il prospetto può essere ridotto di una unità in presenza di un **impianto di estinzione automatico** (per esempio impianti sprinkler, impianti a schiuma)
- se nel compartimento sono immagazzinati materiali con **altezza maggiore di 1,5 m**, il gruppo di dimensionamento deve essere umentato di una unità

4) Determinazione del gruppo di dimensionamento

- Lo stoccaggio del materiale in verticale comporta, a parità di materiale, una velocità di propagazione maggiore (il GD dipende anche dalla velocità di propagazione dell'incendio)
- L'attivazione dell'eventuale impianto sprinkler presente riduce il rilascio termico, la temperatura dei fumi e la quantità di fumo che alimenta lo strato a soffitto;
- La riduzione della temperatura dei fumi beneficia in particolar modo i SEFFC in termini di aumento della portata di massa elaborata.

Parametri di dimensionamento SEFFC

- Fissato il gruppo di dimensionamento, è possibile ricavare la portata necessaria di estrazione (m^3/h) in funzione della sola altezza libera da fumi desiderata e del rilascio termico considerato ($300 \text{ kW}/\text{m}^2$ oppure $600 \text{ kW}/\text{m}^2$).

Parametri di dimensionamento

Il rilascio termico per unità di superficie

Table E.5 — Fire growth rate and RHR_t for different occupancies

Max Rate of heat release RHR_t

Occupancy	Fire growth rate	t_a [s]	RHR_t [kW/m ²]
Dwelling	Medium	300	250
Hospital (room)	Medium	300	250
Hotel (room)	Medium	300	250
Library	Fast	150	500
Office	Medium	300	250
Classroom of a school	Medium	300	250
Shopping centre	Fast	150	250
Theatre (cinema)	Fast	150	500
Transport (public space)	Slow	600	250

Parametri di dimensionamento (SEFFC – 300 kW/m²)

Portata volumetrica di aspirazione in m³/h per ogni compartimento a soffitto

Riga	Altezza dello strato libero da fumo (m)	Gruppo di dimensionamento				
		1	2	3	4	5
1	2,5	29 000	46 000	75 000	128 000	223 000 ¹⁾
2	3	34 000	55 000	88 000	145 000	248 000
3	4	43 000	72 000	115 000	184 000	303 000
4	5	50 000	85 000	143 000	229 000	366 000
5	6	59 000	96 000	165 000	276 000	436 000
6	7	73 000	105 000	183 000	311 000	512 000
7	8	88 000	121 000	197 000	342 000	580 000
8	9	105 000	143 000	206 000	368 000	633 000
9	10	123 000	166 000	231 000	387 000	681 000

1) In questa condizione è lecito supporre condizioni di incendio generalizzato (*Rash-over*) 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.

Parametri di dimensionamento (SEFFC – 600 kW/m²)

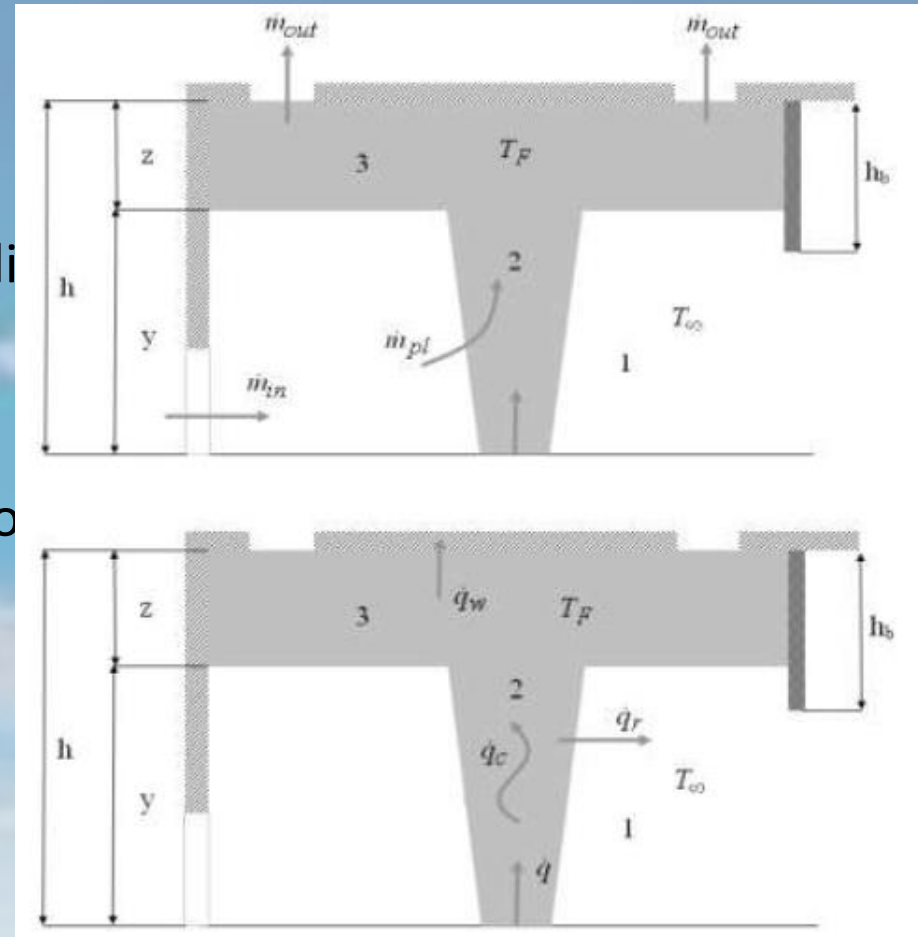
Portata volumetrica di aspirazione (m³/h) per ogni compartimento a soffitto (dato un rilascio termico di 600 kW/m²)

Riga	Spessore dello strato libero da fumo (m)	Gruppo di dimensionamento				
		1	2	3	4	5
1	2,5	38 000	64 000	112 000	.1)	.1)
2	3	44 000	73 000	124 000	.1)	.1)
3	4	58 000	92 000	152 000	257 000	448 000
4	5	71 000	115 000	183 000	301 000	511 000
5	6	84 000	136 000	218 000	351 000	581 000
6	7	93 000	155 000	256 000	404 000	657 000
7	8	109 000	175 000	286 000	462 000	738 000
8	9	127 000	194 000	316 000	522 000	825 000
9	10	149 000	210 000	345 000	570 000	916 000

1) In questa condizione è lecito supporre condizioni di incendio generalizzato (*flash-over*) 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.

Precisazioni sui criteri di dimensionamento

- La determinazione delle portate estratte dai sistemi forzati è stata operata in modo da garantire il medesimo livello di sicurezza che raggiungono gli impianti naturali di evacuazione del fumo;
- Il calcolo delle portate d'aria necessarie è il risultato del bilancio dei flussi di massa e di energia entranti e uscenti dallo strato contenente i prodotti della combustione in base alle modellazioni del locale sede dell'incendio in macrovolumi;



Precisazioni sui criteri di dimensionamento

- Il modello impiegato per il calcolo del flusso di gas combusti che sale dal focolaio e alimenta lo strato di fumo ha previsto l'impiego combinato di due modelli di "*plume*" (*Thomas-Hinkley e Zukoski*) ampiamente attestati nella letteratura scientifica di settore;
- Il calcolo è stato eseguito in regime stabilizzato, trascurando quindi il transitorio di accensione.

Precisazioni sui criteri di dimensionamento

- In particolare, a ciascun gruppo di dimensionamento corrisponde una determinata area dell'incendio (che non dipende dalla superficie del compartimento);
- Ciò significa che, a seguito delle ipotesi fatte circa la velocità di propagazione e la durata convenzionale dell'incendio, si è implicitamente supposto di riuscire a confinare all'area indicata la propagazione delle fiamme.

Si nota come a ciascun gruppo di dimensionamento corrisponda una determinata area dell'incendio (infatti tale area dipende dalla velocità di propagazione dell'incendio e dal tempo di intervento). Infatti i calcoli eseguiti con il metodo a due zone partono con questi dati di input e dal tasso di rilascio termico , nel caso in esame 300 kw/mq).

Ipotesi di calcolo per un rilascio termico di 300 kW/m²

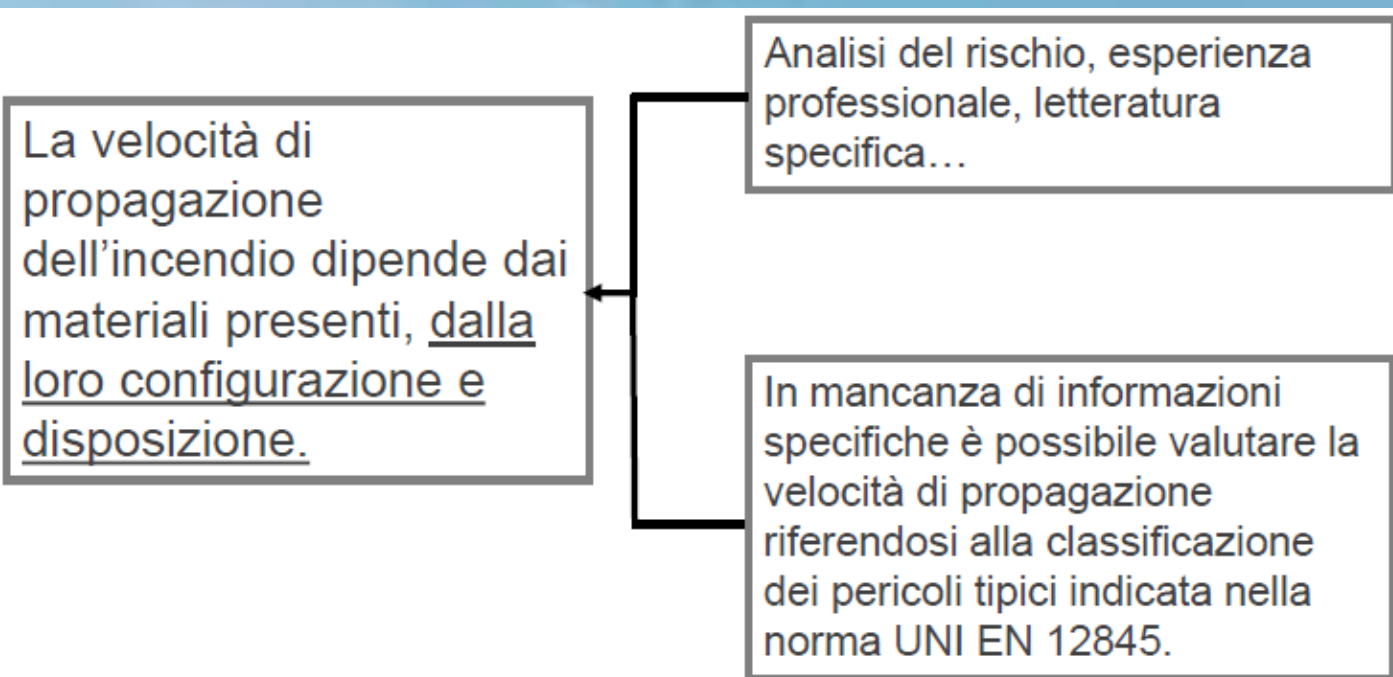
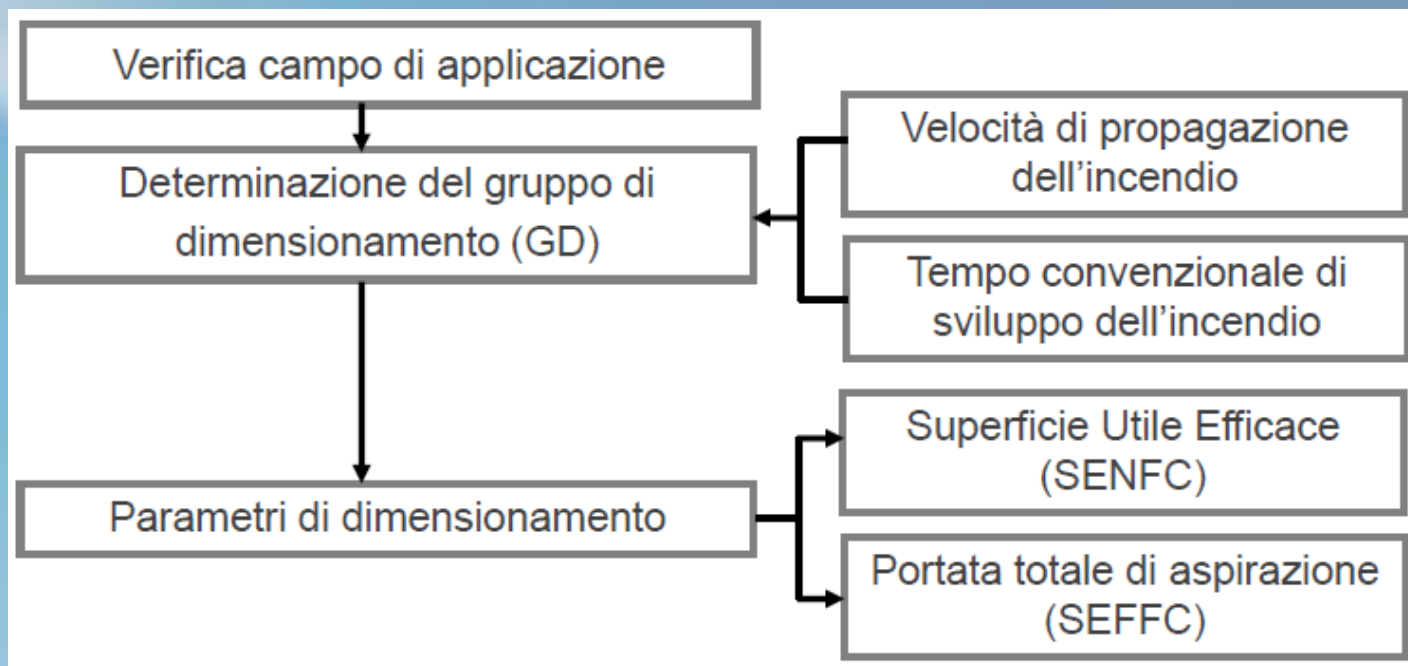
Parametro		Gruppo di dimensionamento				
		1	2	3	4	5
Superficie dell'incendio	m ²	5	10	20	40	80
Lato	m	2,236	3,162	4,472	6,325	8,944
Diametro	m	2,523	3,568	5,046	7,136	10,093
Perimetro	m	7,927	11,210	15,853	22,420	31,707
Rilascio termico	kW	1 500	3 000	6 000	12 000	24 000
Parte convettiva	kW	1 200	2 400	4 800	9 600	19 200

A ciascun gruppo di dimensionamento

Esempio di dimensionamento SEFC

- Si consideri un locale di un centro commerciale di 900 m² con le ipotesi che seguono:
- Il locale in questione sia dotato di impianto sprinkler e di sistema di rivelazione incendio in grado di azionare automaticamente il SEFC presente;
- Nel locale siano presenti scaffalature di altezza fino a 3 m;
- Il locale abbia altezza pari a 5 m;
- si desideri mantenere un'altezza libera da fumi di 3 m.
- Non esiste squadra di soccorso interno h 24

- Quale è il gruppo di dimensionamento?
- Quale è l'RHR?
- Quale è la portata di progetto di estrazione fumi?



Componenti di un SEFFC

- I componenti di un impianto SEFFC comprendono:
- Aperture per l'afflusso dell'aria esterna;
- Ventilatore/i per SEFFC;
- Punti o aperture di estrazione fumo e calore;
- Condotte per l'immissione dell'aria esterna;
- Serrande di controllo dell'immissione dell'aria esterna;
- Ventilatori di immissione dell'aria esterna;
- **Impianto di alimentazione elettrica;**
- **Sistemi di controllo;**
- Condotte di controllo del fumo;
- Serrande di controllo del fumo;
- Barriere al fumo;
- Supporti.

Componenti di un SEFFC

- I componenti devono essere selezionati in modo da resistere alle sollecitazioni a cui saranno sottoposti durante il loro funzionamento in caso d'incendio;
- I componenti devono essere scelti sulla base delle loro prestazioni misurate in conformità alle norme pertinenti di riferimento (ad es., serie EN 12101);
- I componenti che fanno parte della costruzione e sono inseriti nell'edificio possono inoltre essere tenuti a soddisfare anche altre normative (ad es., circa le prestazioni energetiche dell'edificio).

Livelli di temperatura e caratteristiche dei componenti

Prospetto 5 — Classi minime di temperatura per i componenti dell'impianto SEFFC

Componenti	Temperatura locale dei fumi $\theta_{F, locale}$ (°C)				Norme di riferimento
	≤200 °C	≤300 °C	≤400 °C	≤600 °C	
Ventilatori per SEFFC	F200	F300	F400	F600	UNI EN 12101-3
Condotte di controllo del fumo (singolo compartimento)	E ₃₀₀ 30 S	E ₃₀₀ 30 S	E ₆₀₀ 30 S	E ₆₀₀ 30 S	UNI EN 12101-7
Condotte di controllo del fumo (compartimenti multipli)	EI xxx S				
Serrande di controllo del fumo (singolo compartimento)	E ₃₀₀ 30 S	E ₃₀₀ 30 S	E ₆₀₀ 30 S	E ₆₀₀ 30 S	UNI EN 12101-8
Serrande di controllo del fumo (compartimenti multipli)	EI xxx S				
Barriere al fumo	D 30				UNI EN 12101-1
Cavi di segnale					CEI 20-105
Cavi di potenza					UNI EN 13501-1 UNI EN 13501-3

Temperatura media dei fumi $\theta_{F,media}$ (°C)

Riga	Altezza dello strato libero da fumo (m)	Gruppo di dimensionamento				
		1	2	3	4	5
1	2,5	160	210	290	400	560
2	3	130	170	230	310	430
3	4	100	120	150	210	290
4	5	80	100	120	160	210
5	6	70	90	100	120	170
6	7	60	80	90	110	140
7	8	50	70	90	100	120
8	9	50	60	80	90	110
9	10	40	60	70	90	100

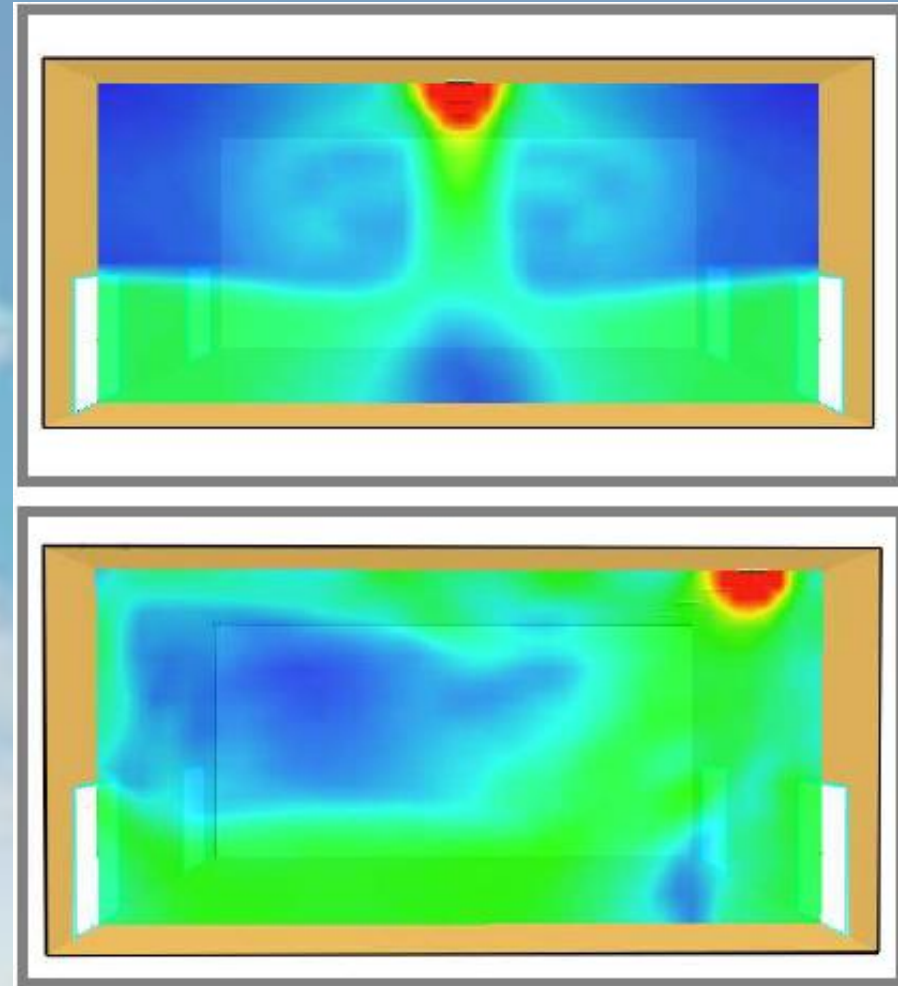
Temperatura locale dei fumi $\theta_{f,locale}$ (°C) per la determinazione della classe di temperatura dei componenti dell'impianto SEFFC

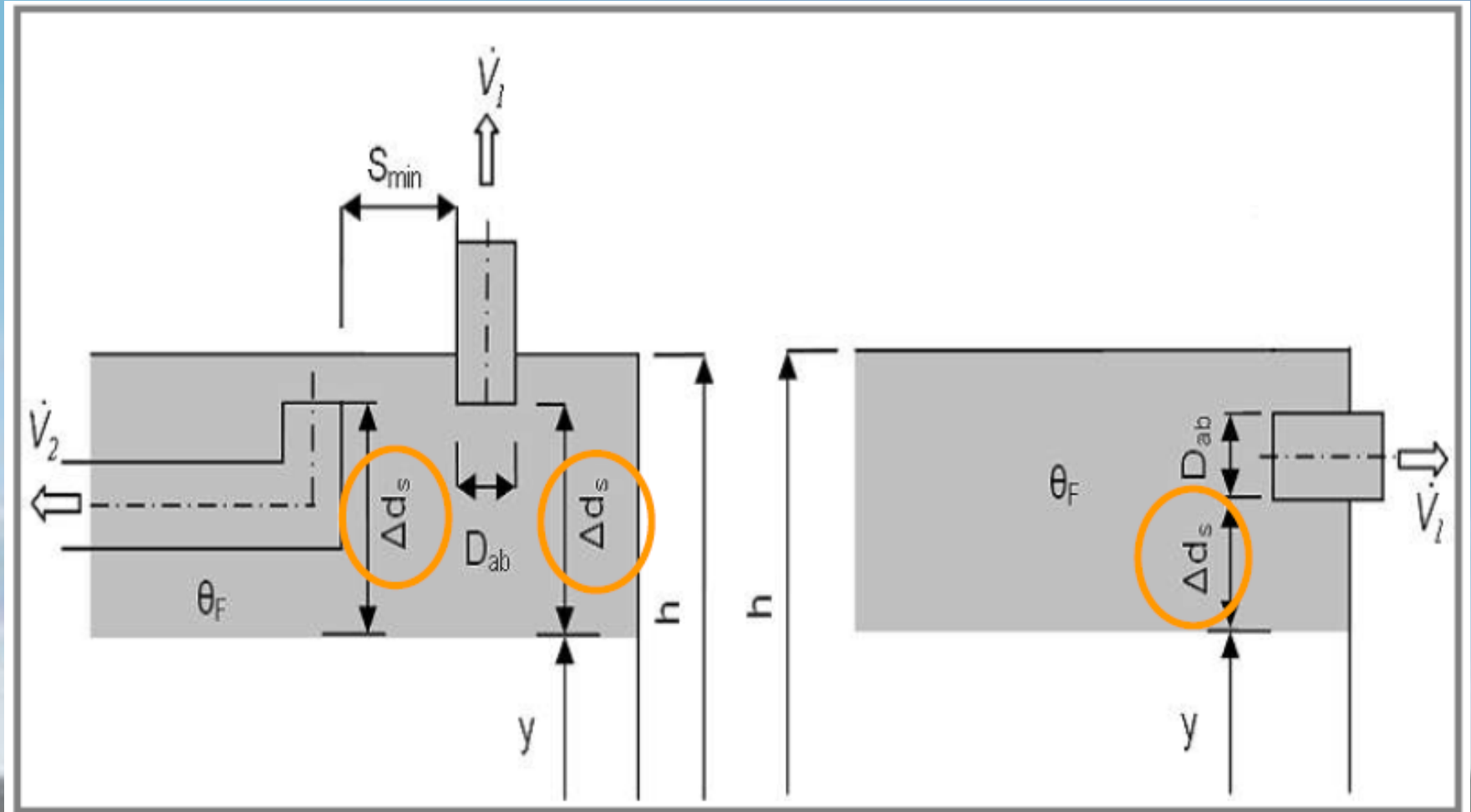
Riga	Altezza dello strato libero da fumo (m)	Gruppo di dimensionamento				
		1	2	3	4	5
1	2,5	196	268	371	516	722 ¹⁾
2	3	156	209	287	397	554
3	4	121	148	193	265	367
4	5	103	122	148	196	268
5	6	90	108	127	155	209
6	7	74	99	114	135	170
7	8	64	87	106	122	146
8	9	56	75	101	113	133
9	10	50	67	91	107	123

1) In questa condizione è lecito supporre condizioni di incendio generalizzato (*flash-over*) 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.

Caratteristiche dei punti di aspirazione

- Dovrà essere valutata l'eventuale vicinanza a pareti o elementi strutturali che potrebbero interferire con la capacità di aspirazione;
- La portata massima per punto di aspirazione dipende inoltre dalla temperatura media prevista dei fumi e dalla distanza tra l'imbocco del condotto di estrazione e la superficie inferiore dello strato di fumo.



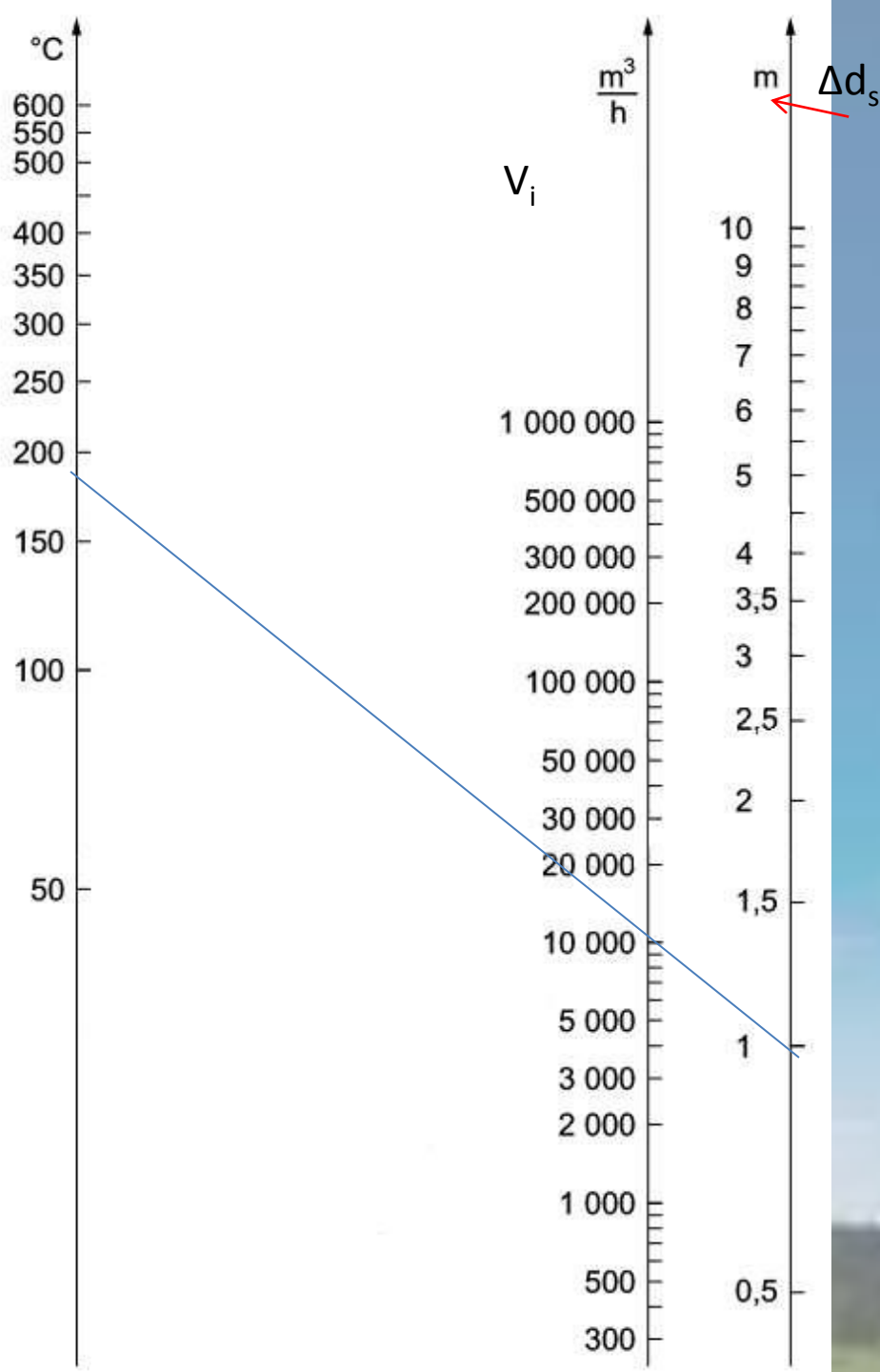


Determinazione della portata massima di ogni punto di aspirazione

- Δd_s = Distanza tra l'imbocco del condotto di estrazione e la superficie inferiore dello strato di fumo
- V_i = portata massima di ogni punto di prelievo

Temp.
media
fumi

$$V_{TOT} = \sum_{I=1}^N V_i$$



La distanza minima S_{min} tra due punti di aspirazione

$$S_{min} \geq 0,015 \times \sqrt{V_i}$$

L'afflusso di aria esterna

- L'afflusso dell'aria esterna di ricambio potrà essere:
- Naturale (le aperture saranno costituite da porte, finestre, serrande automatizzate o dispositivi simili);
- Forzato (le aperture saranno costituite da serrande per il controllo dell'immissione dell'aria esterna).

- Lo spigolo superiore di ciascuna apertura deve avere una distanza di almeno 1 m dal limite inferiore dello strato di fumo;
- Laddove non venga rispettato il vincolo riguardante la distanza tra spigolo superiore delle aperture e limite inferiore dello strato di fumo la velocità massima di immissione deve essere ridotta a **1 m/s**.
- In ogni caso la velocità massima di immissione non può superare i **2 m/s**.

Aperture per sistemi ad immissione aria naturale

- In questa tipologia di impianti SEFFC le aperture per l'afflusso dell'aria esterna possono essere costituite da:
 - serrande automatizzate o altri dispositivi simili;
 - porte o finestre.
- La minima superficie efficace A_{EF} per le aperture di afflusso dell'aria esterna (in m^2) si calcola dividendo la portata aspirata dal compartimento a soffitto (vedere prospetto 2) - calcolata in m^3/s - per la velocità massima ammissibile per l'ingresso dell'aria di ricambio.

Per calcolare la superficie efficace A_{EF} a partire dalla superficie geometrica A_{AE} delle aperture di afflusso dell'aria si ricorre alla formula:

$$A_{EF} = c_z \times A_{AE} \quad (3)$$

dove il termine c_z , chiamato fattore di correzione, è ricavato dal prospetto 6.

Fattore di correzione c_z per diverse aperture di mandata aria

Tipo di apertura	Angolo di apertura ^{a)}	Fattore di correzione c_z
Porte o cancelli	—	0,65
Finestra ad apertura normale o vasistas	90°	0,65
	≥60°	0,5
	≥45°	0,4
	≥30°	0,3

a) È ammessa una tolleranza di ±5°.

Aperture per sistemi ad immissione aria forzata

- La minima superficie per le aperture di afflusso dell'aria esterna (in metri quadrati) si calcola dividendo la portata aspirata dal compartimento a soffitto calcolata in m^3/s - per la velocità massima ammissibile per l'ingresso dell'aria di ricambio.
- Nel caso di immissione forzata va evitata la pressurizzazione dei locali oggetto di evacuazione di fumo e calore; a tal fine è necessario correggere la portata di mandata in funzione della densità dei fumi estratti in modo da avere il bilanciamento in massa delle portate fluenti.

Densità corrispondenti alle diverse temperature medie dei fumi $\theta_{F,media}$

Riga	Spessore dello strato libero da fumo (m)	Gruppo di dimensionamento				
		1	2	3	4	5
1	2,5	0,81	0,73	0,63	0,52	0,42
2	3	0,88	0,80	0,70	0,61	0,50
3	4	0,95	0,90	0,83	0,73	0,63
4	5	1,00	0,95	0,90	0,81	0,73
5	6	1,03	0,97	0,95	0,90	0,80
6	7	1,06	1,00	0,97	0,92	0,85
7	8	1,09	1,03	0,97	0,95	0,90
8	9	1,09	1,06	1,00	0,97	0,92
9	10	1,13	1,06	1,03	0,97	0,95

La portata di mandata deve essere calcolata tenendo conto del termine (data l'ipotesi di $t_{esterna} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$):

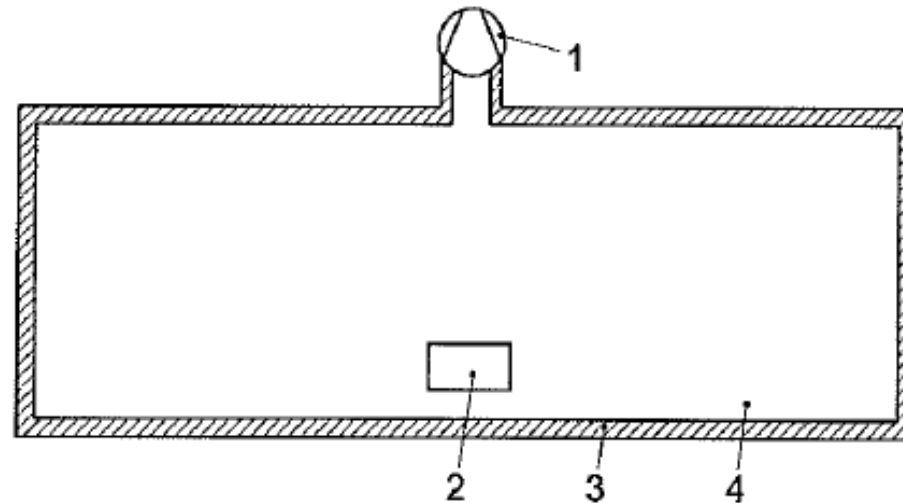
$$\frac{\rho}{\rho_{t = 20 \text{ }^\circ\text{C}}} \quad (4)$$

dove ρ è la densità ricavata dal prospetto 7 in funzione delle ipotesi circa altezza libera da fumi e gruppo di dimensionamento e $\rho_{t = 20 \text{ }^\circ\text{C}}$ è la densità dell'aria valutata a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ($= 1,2041 \text{ kg/m}^3$).

Tipologie

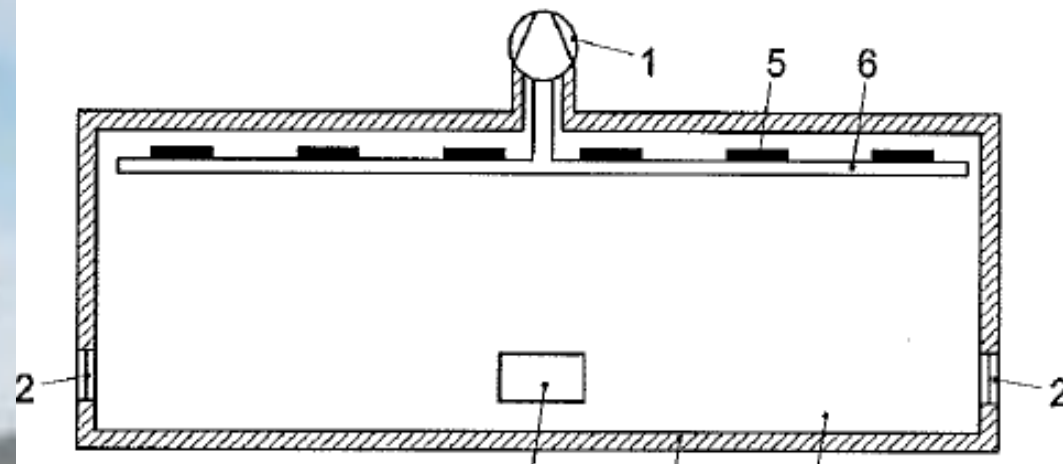
Classificazione sulla base della tipologia di aspirazione

Esempio SEFFC-DSNS con aspirazione diretta per un unico compartimento a soffitto, per singolo compartimento antincendio ad immissione aria esterna naturale



- 1 Ventilatore per SEFFC
- 2 Apertura per l'afflusso di aria esterna
- 3 Compartimento antincendio
- 4 Compartimento a soffitto
- 5 Apertura di estrazione fumo e calore
- 6 Condotta per l'estrazione di fumo

2 Esempio SEFFC-MSNS con aspirazione canalizzata per un unico compartimento a soffitto, per singolo compartimento antincendio ad immissione aria esterna naturale

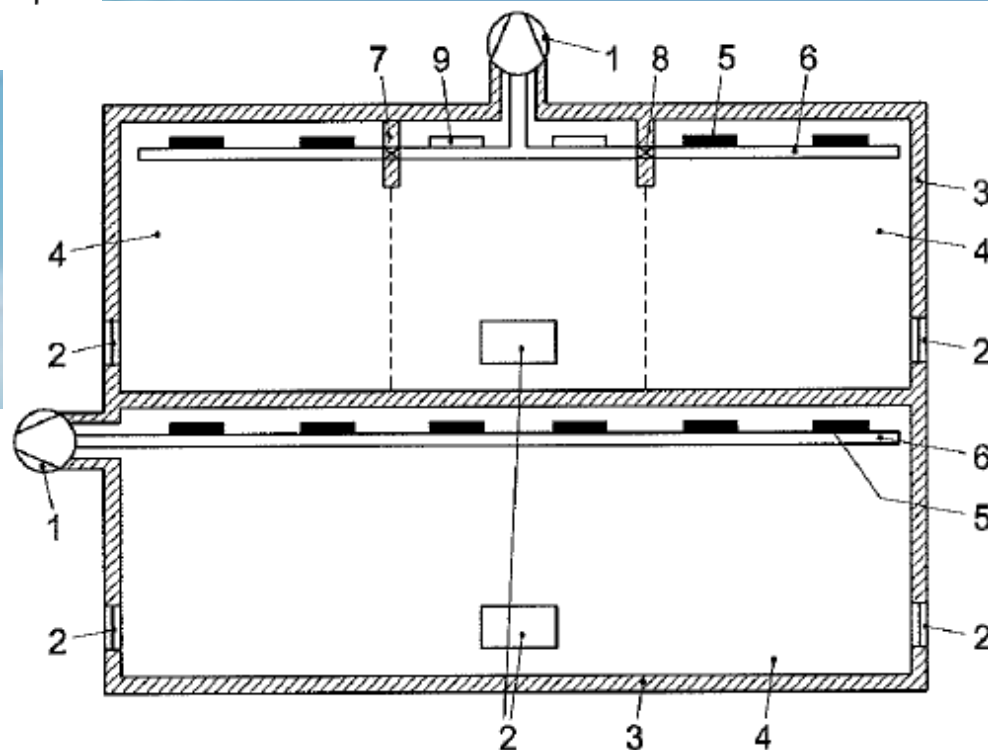
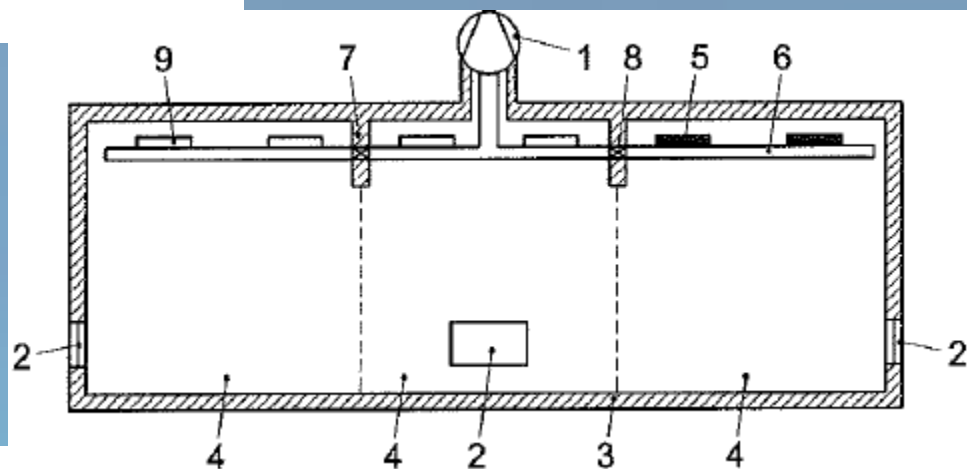


Esempio SEFFC-CSNS con aspirazione centralizzata per tre diversi compartimenti a soffitto, per singolo compartimento antincendio ad immissione aria esterna naturale

Tipologie

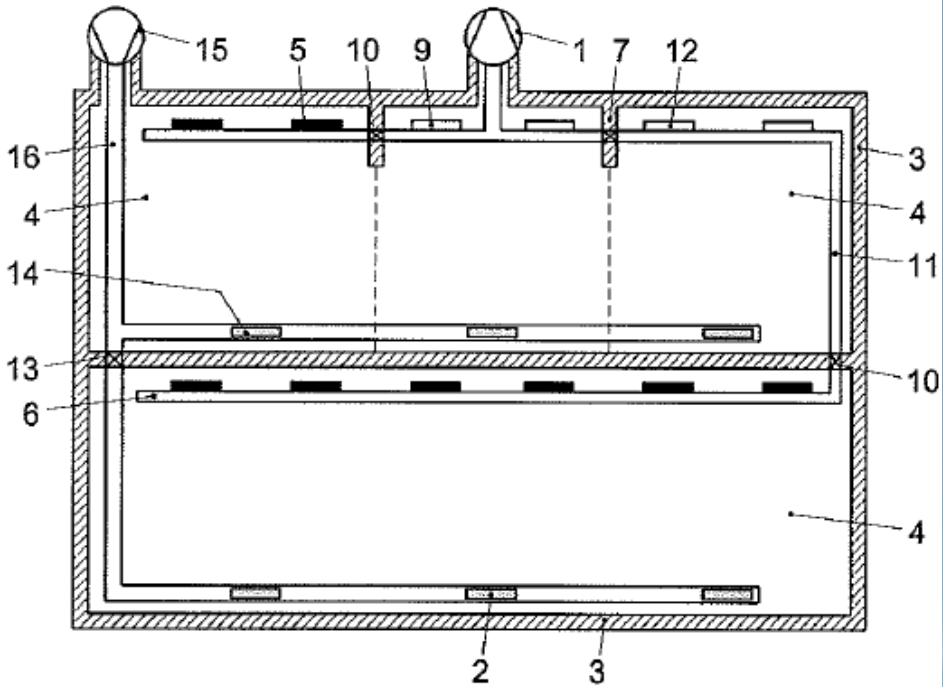
Classificazione sulla base dell'interazione con compartimentazione antincendio

Esempio di due SEFFC per compartimenti antincendio singoli (SEFFC-CSNS quello al piano superiore e SEFFC-DSNS quello al piano inferiore) applicati ad un unico edificio



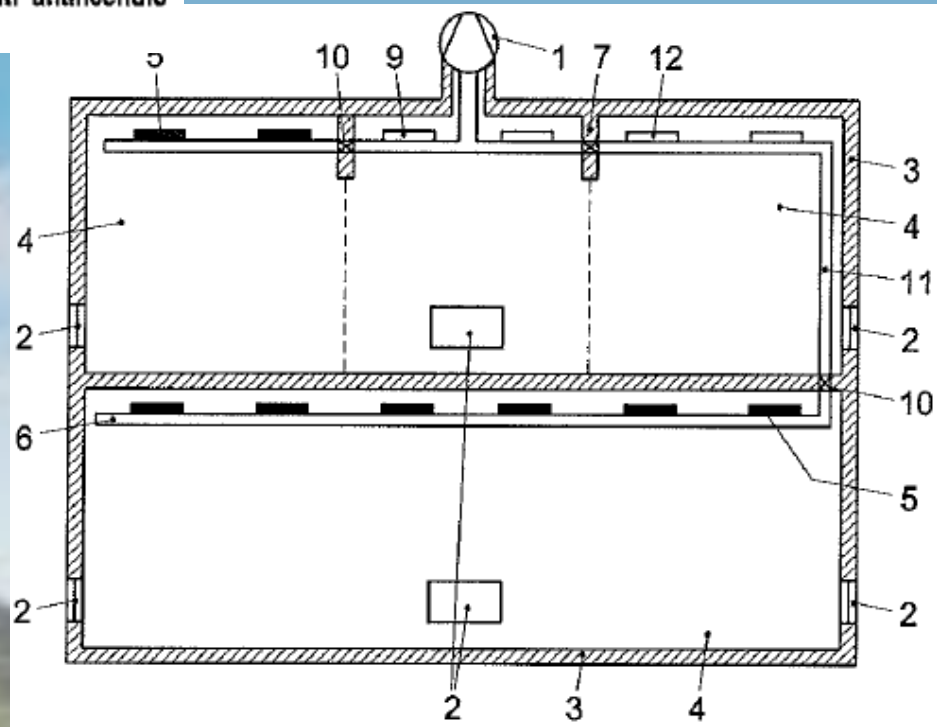
Legenda figure da D.1 a D.6

- 1 Ventilatore per SEFFC
- 2 Apertura per l'afflusso di aria esterna
- 3 Compartimento antincendio
- 4 Compartimento a soffitto
- 5 Apertura di estrazione fumo e calore
- 6 Condotta per l'estrazione di fumo
- 7 Barriera al fumo o elemento strutturale
- 8 Serranda di controllo del fumo per singolo compartimento montata a canale
- 9 Serranda di controllo del fumo per singolo compartimento montata sulla superficie del canale



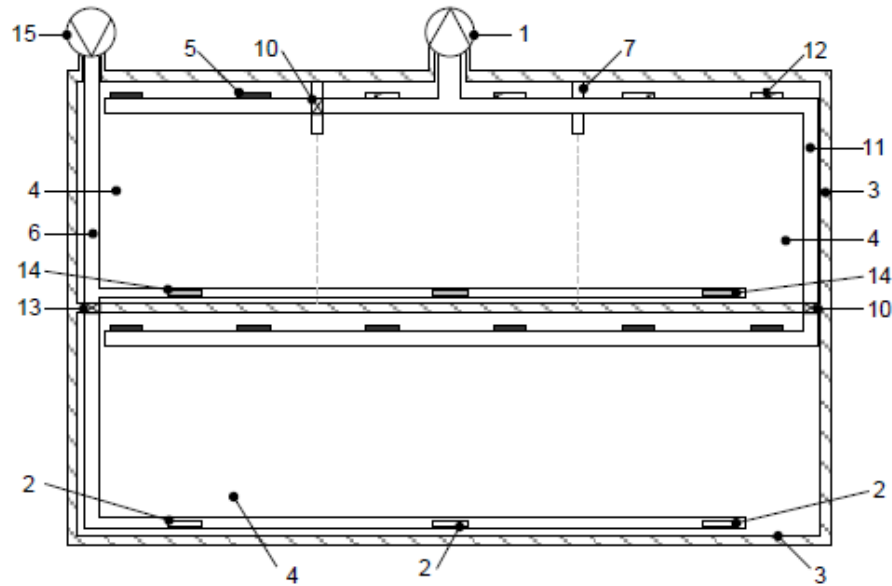
Esempio SEFFC-CMNS per compartimenti antincendio multipli di un unico edificio

Esempio SEFFC-CMFS con immissione forzata dell'aria esterna per compartimenti antincendio multipli

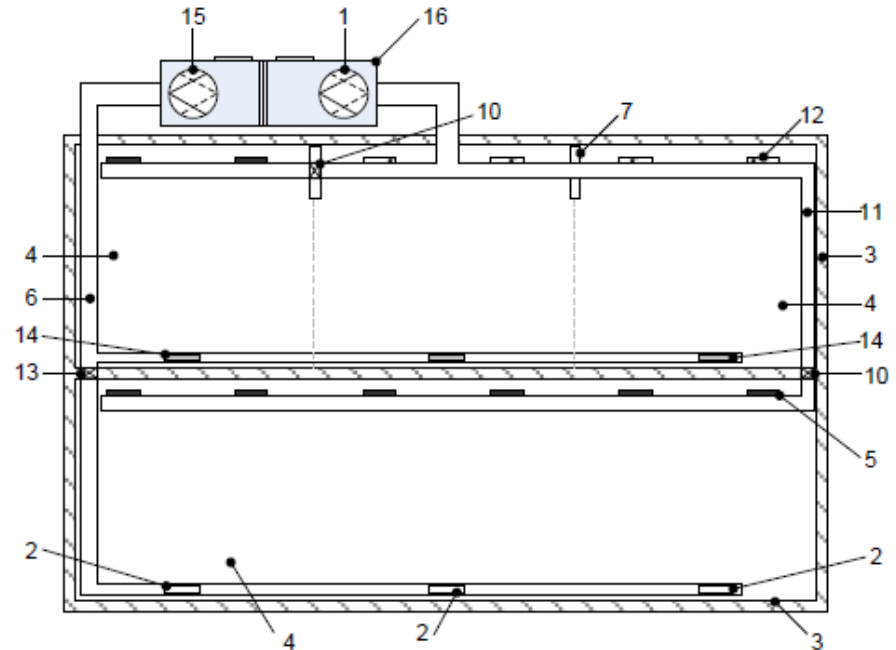


Soluzioni SEFFC

Natura dell'impianto



SEFFC indipendente



Sistema Dual-Purpose

Impianti a doppia funzione

Gli impianti a doppia funzione consentono il doppio utilizzo delle installazioni: sia per la ventilazione e climatizzazione degli ambienti in cui sono presenti sia, in caso di necessità, per l'evacuazione del fumo e del calore.

La "doppia funzione" può essere ottenuta con l'applicazione degli schemi precedenti (per esempio, al caso dei torrini d'estrazione impiegabili anche per la ventilazione estiva).

Strategia Antincendio

Controllo di Fumi e Calore

- • Premessa
- • Livelli di prestazione
- • Criteri per attribuire i Livelli di prestazione
- • Soluzioni progettuali
- • Smaltimento di fumo e calore d'emergenza
- • Indicazioni Complementari

La misura antincendio *di controllo di fumi e calore*

- **Premessa**
- Individua i presidi *antincendio da installare* nell'attività per consentire il controllo,
- l'evacuazione o lo smaltimento dei prodotti della combustione in caso di incendio;
- I presidi antincendio considerati sono:
- smaltimento fumi e calore d'emergenza (SFC) per le squadre di soccorso;
- sistemi di evacuazione di fumo e calore (SEFC),
- distinti in sistemi ad evacuazione naturale (SENF) e forzato (SEFFC).

Smaltimento di Fumo e Calore d'emergenza

- *Lo smaltimento di fumo e calore d'emergenza ha la funzione di facilitare l'opera di estinzione dei soccorritori.*
- Lo smaltimento di fumo e calore d'emergenza è operato per mezzo di aperture di smaltimento dei prodotti della combustione verso l'esterno dell'edificio. Tali aperture coincidono generalmente con quelle già ordinariamente disponibili per la funzionalità dell'attività (es. finestre, lucernari, porte, ...).

Livelli di Prestazione

	Descrizione
I	Nessun requisito.
II	Deve essere possibile smaltire fumi e calore dell'incendio da piani e locali del compartimento durante le operazioni di estinzione condotte dalle squadre di soccorso (interne o VVF)
III	Deve essere mantenuto nel compartimento uno strato libero dei fumi che permetta: <ul style="list-style-type: none">• la salvaguardia degli occupanti,• la protezione dei beni, se richiesta. Fumi e calore generati nel compartimento non devono propagarsi ai compartimenti limitrofi.

Criteri di attribuzione

I	<p>Compartimenti dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none">• non adibiti ad attività che comportino presenza di persone, ad esclusione di quella occasionale e di breve durata di personale addetto;• superficie lorda di ciascun compartimento non superiore a 25 m^2;• carico di incendio specifico q_f non superiore a $600 \text{ MJ} / \text{m}^2$;• non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative;• non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
II	<p>Compartimento non ricompreso negli altri criteri di attribuzione.</p>
III	<p>In relazione alle risultanze del VDR (es. attività con elevato affollamento, attività con geometria complessa, elevato carico di incendio specifico, presenza di sostanze o miscele pericolose in quantità significative, presenza di lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio, ...).</p>

Smaltimento di Fumi e Calore (SFC)

- Le aperture di smaltimento fumi e calore sono posizionate preferibilmente in copertura o nelle parti alte delle pareti del compartimento.
- Le aperture di ripresa aria sono posizionate preferibilmente nella parte più in basso delle pareti del compartimento.
- Lo Smaltimento di fumo e calore **non va confuso con il Sistema di evacuazione di fumo e calore**. Le rispettive funzioni sono completamente differenti.

Soluzioni Progettuali

- **Soluzione conforme Livello di Prestazione II**
- Per ogni piano e locale del compartimento deve
- essere prevista la possibilità di effettuare
- ***smaltimento di fumo e calore d'emergenza***
- (SFC) secondo quanto previsto al paragrafo
- ***S.8.5 .***

Soluzione conforme Livello di Prestazione II:

- Smaltimento di Fumi e Calore (SFC) - Realizzazione
- Le *aperture di smaltimento* devono consentire lo smaltimento di fumo e calore da piani e locali del compartimento verso l'esterno dell'attività (es. direttamente o tramite condotti...) da tutti gli ambiti del compartimento.
- Le *aperture di smaltimento* devono essere protette dall'ostruzione accidentale durante l'esercizio dell'attività.
- La gestione delle aperture di smaltimento deve essere considerata nell'eventuale piano di emergenza.

Soluzione conforme Livello di Prestazione II:

- Smaltimento di Fumi e Calore (SFC) - Caratteristiche
- Le *aperture di smaltimento devono essere realizzate in modo* che fumo e calore smaltiti non interferiscano con il sistema delle vie d'esodo, non propagano l'incendio verso altri locali, piani o compartimenti.
- *Le aperture di smaltimento sono realizzate secondo uno* dei tipi previsti nella tabella:

Tipo	Descrizione
SEa	Permanentemente aperte
SEb	Dotate di sistema automatico di apertura con attivazione asservita ad IRAI
SEc	Provviste di elementi di chiusura non permanenti (es. infissi, ...) ad apertura comandata da posizione protetta e segnalata
SEd	Provviste di elementi di chiusura non permanenti (es. infissi, ...) ad apertura comandata da posizione non protetta
SEe	Provviste di elementi di chiusura permanenti (es. pannelli bassofondenti, ...) di cui sia dimostrata l'affidabile apertura nelle effettive condizioni d'incendio (es. condizioni termiche generate da incendio naturale sufficienti a fondere efficacemente il pannello bassofondente di chiusura, ...) o la possibilità di immediata demolizione da parte delle squadre di soccorso.

Soluzione conforme Livello di Prestazione II:

- Smaltimento di Fumi e Calore (SFC) –
- Dimensionamento Superficie totale minima delle *aperture di smaltimento* S_{sm} :

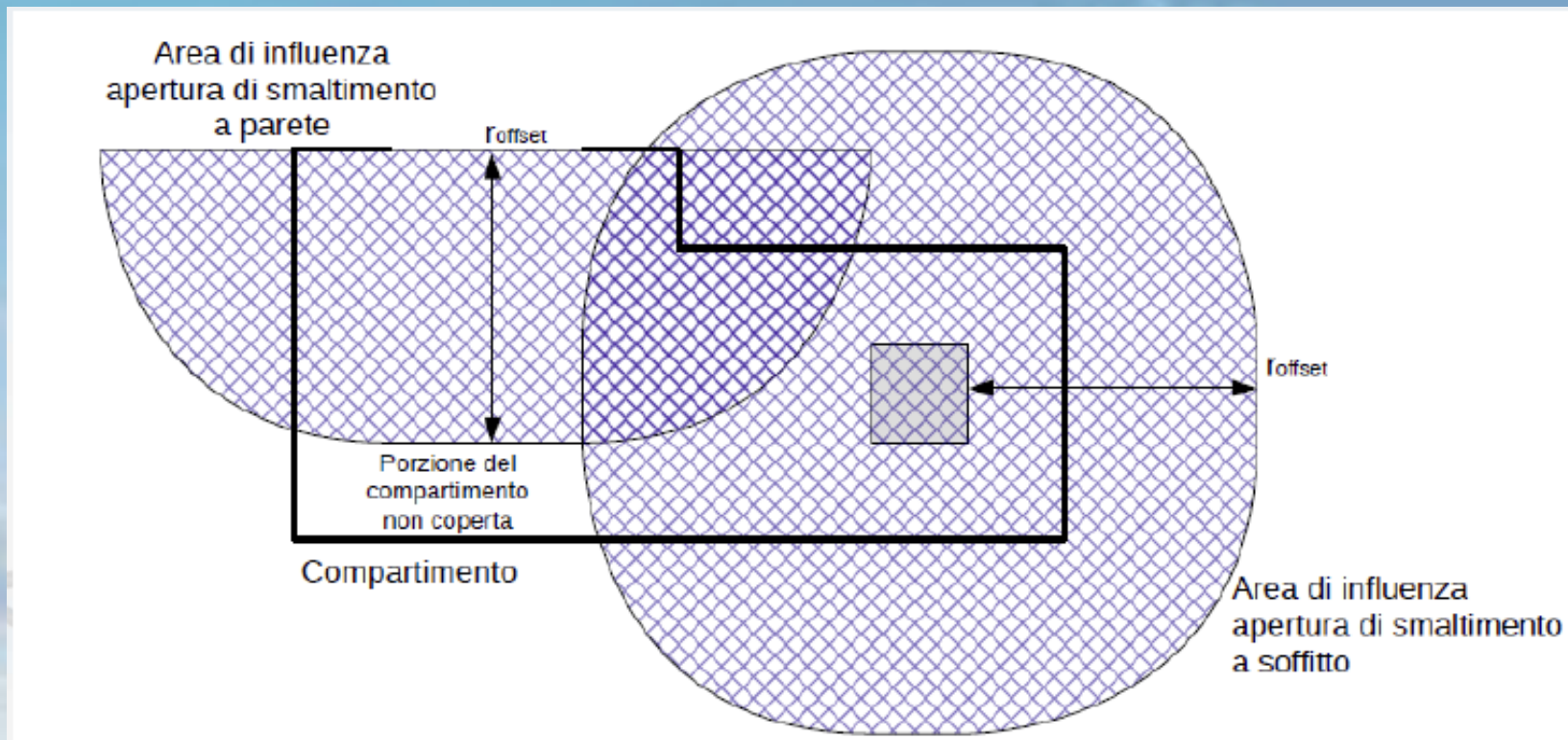
Tipo	Carico di incendio specifico q_f	Superficie utile minima delle aperture di smaltimento S_{sm}	Requisiti aggiuntivi
SE1	$q_f \leq 600 \text{ MJ/m}^2$	$A / 40$	-
SE2	$600 < q_f \leq 1200 \text{ MJ/m}^2$	$A \cdot q_f / 40000 + A / 100$	-
SE3	$q_f > 1200 \text{ MJ/m}^2$	$A / 25$	10% di S_{sm} di tipo SEa, SEb o SEc

A superficie lorda del piano del compartimento [m^2], S_{sm} superficie utile delle aperture di smaltimento [m^2]

In relazione agli esiti della VDR, una porzione della S_{sm} dovrebbe essere realizzata con modalità di tipo SEa, SEb, SEc.

Soluzione conforme Livello di Prestazione II:

- Smaltimento di Fumi e Calore (SFC) - dimensionamento
- Verifica della distribuzione uniforme nel compartimento



Raggio di influenza r_{offset} pari a 20 m o altrimenti determinato secondo le risultanze dell'analisi del rischio.

Soluzione conforme Livello di Prestazione III:

- Sistema di Evacuazione Fumo e Calore
- Deve essere installato sistema di evacuazione di fumi e calore (SEFC), naturale (SEFC) o forzato (SEFFC), conformemente alla norma UNI 9494 (parti 1 e 2).
- Il dimensionamento dell'impianto deve seguire i criteri di cui alla norma UNI 9494, con le seguenti prescrizioni tecniche aggiuntive:
 - a. in caso di presenza di sistemi automatici di controllo o estinzione dell'incendio (es. sprinkler) deve essere garantita la compatibilità di funzionamento con il SEFC utilizzato;
 - b. in presenza di IRAI devono essere previste funzioni di comunicazione e controllo dello stato dell'impianto SEFC.

Soluzioni Alternative

- Per il Livello di prestazione II e III possono essere adottate soluzioni alternative alle soluzioni conformi.
- Al fine di dimostrare il raggiungimento del livello di prestazione il progettista deve impiegare uno dei metodi di cui al paragrafo G.2.6 (Metodi ordinari di progettazione della sicurezza antincendio).

Metodi	Descrizione e limiti di applicazione
Applicazione di norme o documenti tecnici	Il progettista applica norme o documenti tecnici emanati da organismi internazionalmente riconosciuti nel settore della sicurezza antincendio. Tale applicazione deve essere attuata nella sua completezza, ricorrendo a soluzioni, configurazioni o componenti richiamati nelle norme o nei documenti tecnici impiegati, evidenziandone specificatamente l'idoneità per ciascuna configurazione considerata.
Ingegneria della sicurezza antincendio	Il progettista applica i metodi dell'ingegneria della sicurezza antincendio secondo procedure, ipotesi e limiti indicati nel presente documento, in particolare nei capitoli M.1, M.2 e M.3.

Soluzioni Alternative

- Per il Livello di prestazione II, le soluzioni alternative possono essere ricercate nell'impiego di un impianto di ventilazione meccanica.
- Per il Livello di prestazione III, l'impiego di prodotti o tecnologie di tipo innovativo, frutto della evoluzione tecnologica ma sprovvisti di apposita specificazione tecnica, è consentito in tutti i casi in cui l'idoneità all'impiego possa essere attestata, in sede di verifica ed analisi, sulla base di una VDR del progettista supportata da prove riferite a norme o specifiche di prova nazionali, internazionali o, in assenza di queste, da specifiche di prova adottate da laboratori a tale fine autorizzati.

Indicazioni Complementari

- Si applicano alla progettazione ed esercizio degli impianti, quindi per i Livelli di prestazione II, III.
- In progetto, **sempre necessario**, deve essere effettuato da:
 - 1. tecnico abilitato se si utilizza una norma di un ente normalizzazione europeo (CEN, DIN, UNI, BS...);
 - 2. professionista antincendio negli altri casi di cui al comma 5.
- In fase di valutazione di progetto DEVE essere predisposta LA SPECIFICA dell'impianto.