

# Ordine degli Ingegneri della Provincia di Prato

9 e 16 marzo 2015

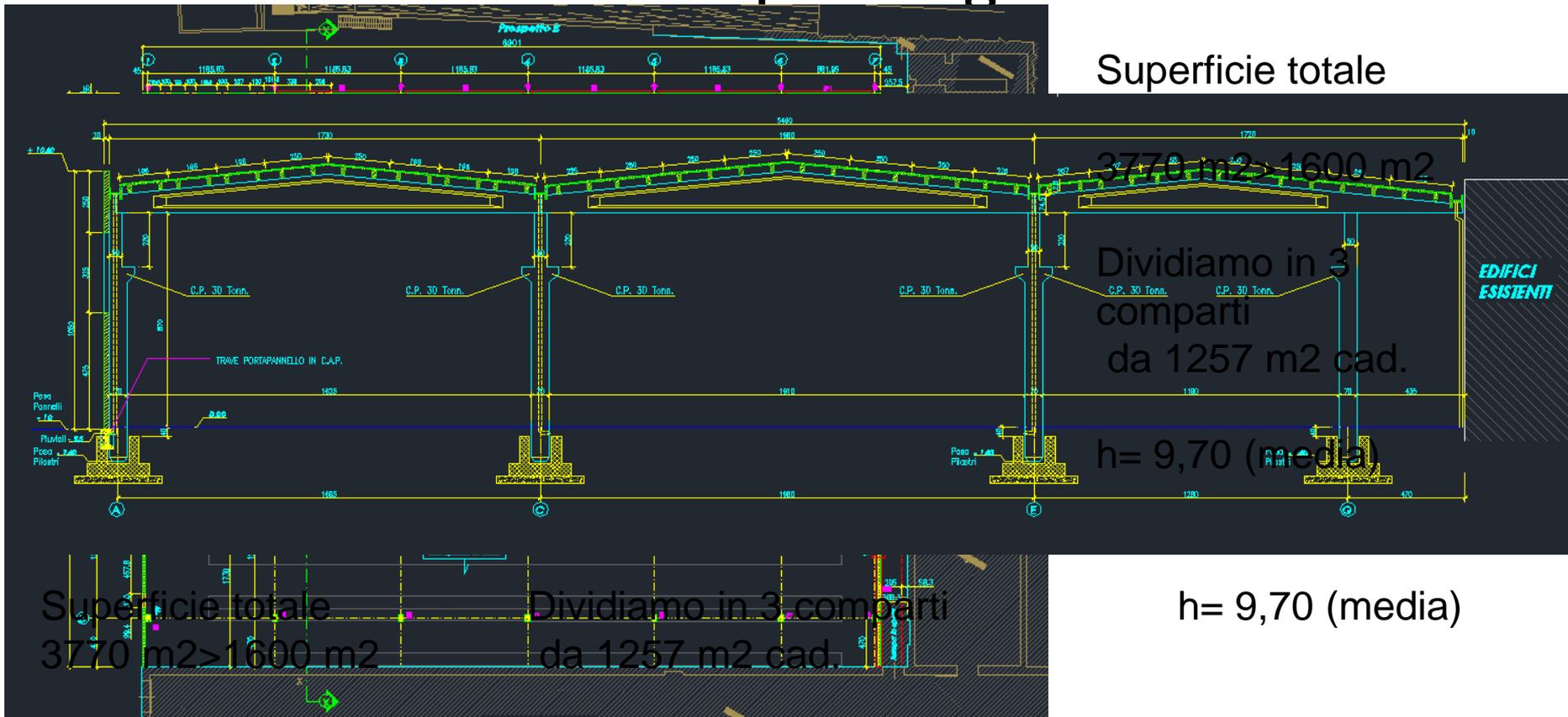
- Confronto UNI 9494;2007; UNI 9494-I:  
centro commerciale
- Calcolo edificio industriale - analisi costi

**Luca Marzola**

*Managing Director, Bovema Italia*

# Progettazione

## Individuazione dei comparti e geometria



# Progettazione UNI 9494; 2007

- Definizione gruppo di dimensionamento:
- Durata convenzionale dell'incendio:
- Tempo di allarme 0 min (rilevatori di fumo)
- Tempo di intervento 5 min (impianto sprinkler)
  
- Durata convenzionale dell'incendio = 5min
- Velocità di propagazione media

# Progettazione UNI 9494; 2007

5.4

## Superficie convenzionale di incendio, gruppi di dimensionamento

Sono previsti 7 gruppi di dimensionamento determinati in base alla durata convenzionale di sviluppo di incendio come indicato nel prospetto 2.

prospetto 2 Gruppi di dimensionamento

Durata convenzionale prevista di sviluppo incendio (vedere punto 5.3) min	Velocità di sviluppo incendio <sup>*)</sup>		
	bassa	normale	alta
≤5	1	2	3
≤10	2	3	4
≤15	3	4	5
≤20	4	5	6
≤25	5	6	7

\*) La velocità normale di propagazione incendio viene assunta convenzionalmente in 1 cm/s. Per velocità minori di 0,5 cm/s, documentate da prove sperimentali, può essere utilizzata la velocità bassa. Per velocità presumibili maggiori di 1 cm/s deve essere utilizzata la velocità alta.

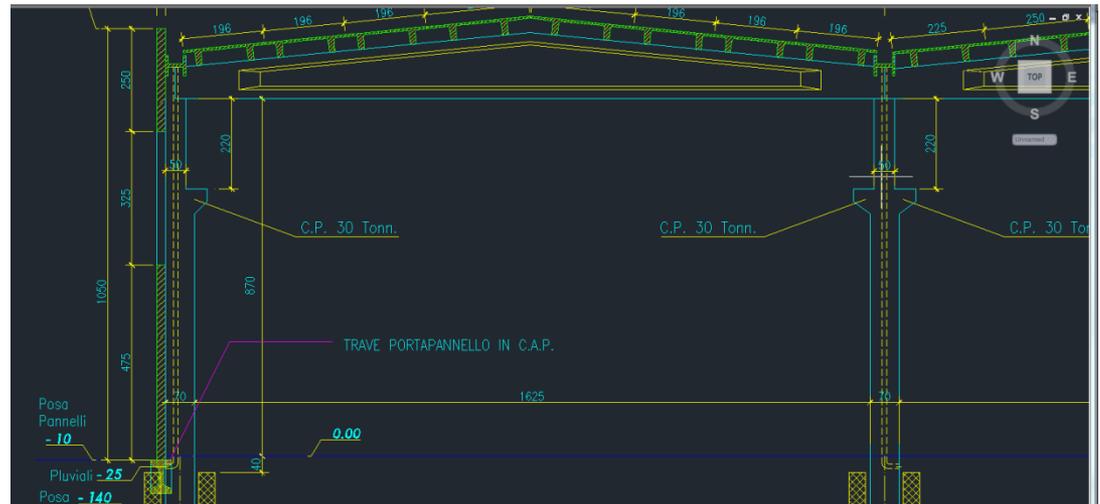
# Progettazione UNI 9494; 2007

Occorre utilizzare per calcolo Sua (UNI 9494) la formula corretta:

$$y_c = y + \frac{\Delta h}{2} * \frac{(A - 1600)}{1600}$$

La compartimentazione può essere realizzata con elementi strutturali.

Hb=3 m (elemento strutturale)



# Progettazione UNI 9494; 2007

5.5

## Dimensionamento

La  $S_{ut}$  è determinata utilizzando i coefficienti  $\alpha$  di cui al prospetto 3 secondo:

$$S_{ut} = \frac{A_g \times \alpha}{100}$$

prospetto 3 Coefficienti di dimensionamento

Altezza della zona libera da fumo $y$ oppure $y_c$ (vedere punto 5.2) m	Gruppi di dimensionamento						
	1	2	3	4	5	6	7
	Coefficienti $\alpha$ di dimensionamento						
$0,5 \times h$	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4
$0,55 \times h$	0,35	0,5	0,7	1,0	1,2	1,5	1,7
$0,6 \times h$	0,4	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1
$0,65 \times h$	0,5	0,7	1,0	1,5	1,8	2,2	2,5
$0,7 \times h$	0,7	0,9	1,3	1,8	2,2	2,5	2,8
$0,75 \times h$	0,85	1,1	1,5	2,1	2,5	2,8	2,8

Nota Tra i valori può essere fatta l'interpolazione lineare.

# Progettazione UNI 9494; 2007

SUT= 22,62m<sup>2</sup>

SCT= 59 m<sup>2</sup>

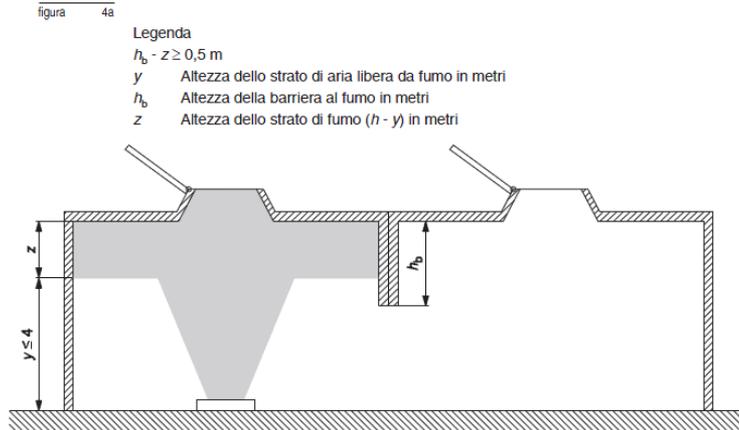
N° enfc  $3770/200= 19$  enfc

Optiamo per 24 enfc con  $Aa= 0.94$

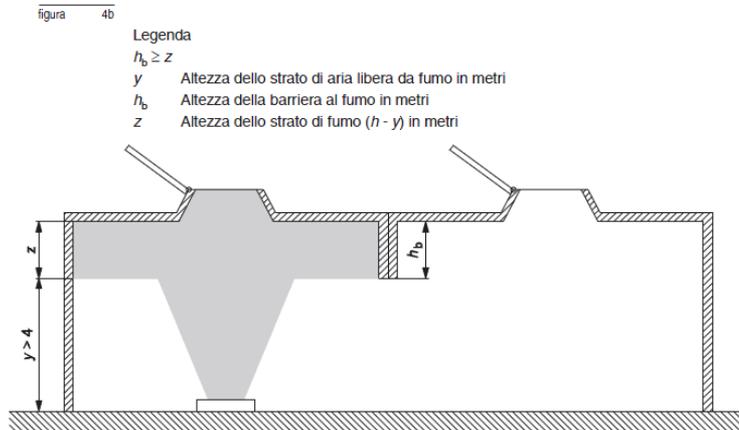
Linee di collegamento:

Impianto pneumatico resistente a pressione tra i  
2 e i 60 bar, suddiviso in 3 zone ciascuna  
dotata di apertura remota

# Progettazione UNI 9494;2012



Quando lo strato di aria libera da fumo  $y > 4 \text{ m}$  l'altezza della barriera al fumo deve essere almeno pari all'altezza dello strato di fumo  $z$ . In ogni caso deve scendere per almeno  $1,0 \text{ m}$  dalla quota  $h$  come definita al punto 6.3 (figura 4b).



Altezza dello strato di  
aria libera da fumo,  
altezza delle  
barriere al fumo

$y > 4 \text{ m}$



# Progettazione UNI 9494;2012

Definizione gruppo di dimensionamento:

Durata convenzionale dell'incendio:

Tempo di allarme        0 min (rilevatori di fumo)

Tempo di intervento    15 min (squadra antincendio)

Durata convenzionale dell'incendio = 15 min

Velocità di propagazione    media

# Progettazione UNI 9494;2012

## Gruppo di dimensionamento

$t$ (min) Vedere punto 6.6.2	Gruppo di dimensionamento ( $GD$ )		
	Velocità di propagazione dell'incendio		
	bassa	media <sup>a)</sup>	alta
$\leq 5$	1	2	3
$\leq 10$	2	3	4
$\leq 15$	3	4	5
$\leq 20^{a)}$	4	5 <sup>a)</sup>	5 <sup>b)</sup>
$> 20$	5	5 <sup>b)</sup>	5 <sup>b)</sup>

a) La scelta di  $GD$  5 (in grassetto), combinazione di tempo  $\leq 20$  min e velocità media, non richiede particolari giustificazioni.

b) In questi casi la sola installazione di Sistemi di Evacuazione di Fumo e Calore dimensionati con  $GD$  5 non sono sufficienti. Per raggiungere gli obiettivi di protezione di questa norma è quindi necessario adottare misure aggiuntive (per esempio sistemi di automatici spegnimento) e/o dimensionare il SENFC con criteri più restrittivi.

**GD 4 (impianto sprinkler permette di abbassare a GD3)**

# Progettazione UNI 9494;2012

necessario quando il tipo di materiale e/o la sua sistemazione e/o quantità determinano condizioni favorevoli allo sviluppo veloce dell'incendio.

La velocità di propagazione dell'incendio dipende dal tipo di materiale e dalla sua configurazione e disposizione.



UNI 9494-1:2012

© UNI

Pagina 9

---

BOVEMA ITALIA SRL  
UNISTore - 2012 - 372936

Nell'appendice C sono riportati indicazioni per agevolare la valutazione della velocità di propagazione.

La scelta deve comunque essere giustificata nella relazione in cui si fa la valutazione del rischio d'incendio

In presenza di impianto di estinzione automatico (per esempio impianti sprinkler, impianti a schiuma), può assumere il valore *GD 3* anziché *GD 4* e *GD 4* anziché *GD 5*.

6.6.4

Calcolo *SUT*

# Progettazione UNI 9494;2012

prospetto 2  $SUT_{EFC}$  per ogni compartimento a soffitto (Continua)

Altezza del locale <sup>4)</sup> (m)	Altezza dello strato di fumo (m)	Altezza dello strato libero da fumo (m)	$SUT (m^2)$				
			Gruppo di dimensionamento				
<i>h</i>	<i>z</i>	<i>y</i>	1	2	3	4	5
9,5	7,0	2,5	1,3	1,7	2,2	3,0	4,1
	6,5	3,0	1,9	2,4	3,1	4,2	5,7
	6,0	3,5	2,4	3,4	4,4	5,7	7,6
	5,5	4,0	3,0	4,4	5,9	7,6	10,0
	5,0	4,5	3,7	5,5	7,8	9,9	12,9
	4,5	5,0	4,4	6,6	9,7	12,8	16,5
	4,0	5,5	5,1	7,8	11,7	16,4	20,9
	3,5	6,0	6,4	9,2	14,0	20,6	26,4
	3,0	6,5	8,3	10,8	16,7	24,9	33,3
	2,5	7,0	10,8	12,6	19,9	30,1	42,3
	2,0	7,5	14,2	15,5	23,8	36,8	54,1
	1,5	8,0	19,1	20,7	29,1	45,9	68,5
1,0	8,5	26,9	29,2	37,4	60,1	91,1	

# Progettazione UNI 9494;2012

## 6.6.4.3

### Casi particolari

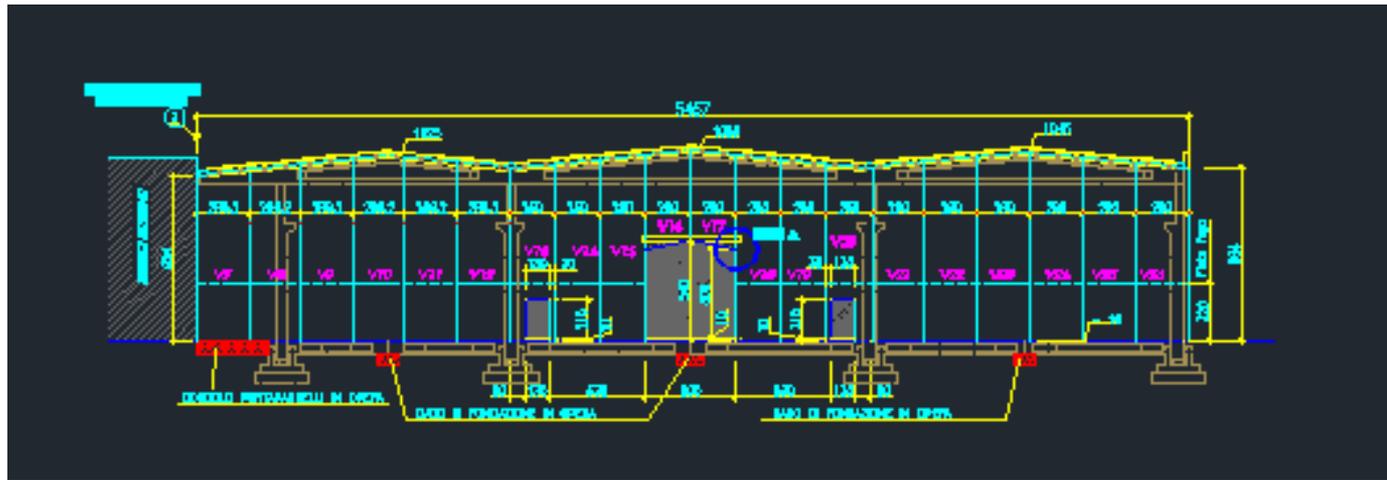
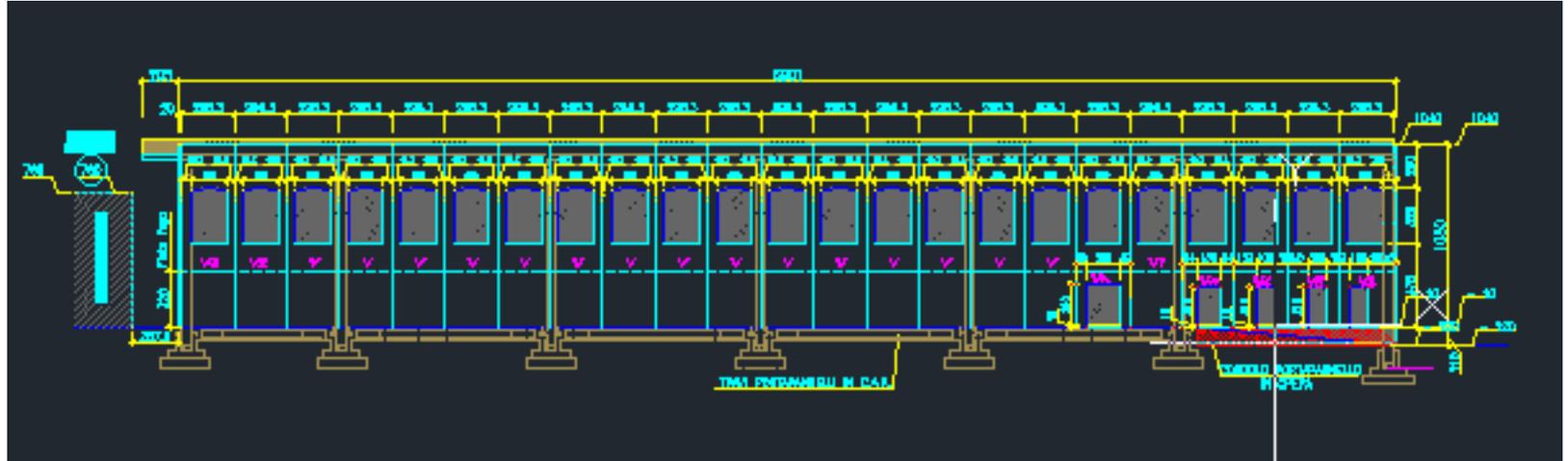
Per i gruppi di dimensionamento *GD 3*, *GD 4* e *GD 5*, nel caso di edifici con altezza *h* maggiore o uguale a 7 m, possono essere eventualmente realizzati SENFC con condizioni diverse rispetto a quelle di base.

Può essere applicata una soltanto di queste eccezioni:

- suddividere l'ambiente da proteggere in compartimenti a soffitto con superficie maggiore di 1 600 m<sup>2</sup> e comunque minori di 2 600 m<sup>2</sup> aumentando la SUT determinata conformemente al punto 6.6.4.2 del 10% per ogni frazione di 100 m<sup>2</sup> oltre 1 600 m<sup>2</sup> purchè le barriere al fumo siano conformi al punto 6.4;
- suddividere l'ambiente da proteggere in compartimenti a soffitto di dimensione massima 1 600 m<sup>2</sup> con barriere al fumo di altezza minore a quanto indicato al punto 6.4 e comunque non minore di 1 m limitando la SUT a 50 m<sup>2</sup> se contemporaneamente vengono rispettate le seguenti tre condizioni:
  - il valore complessivo delle superficie utile di apertura ( $A_p$ ) di tutti gli ENFC installati nell'ambiente da proteggere è almeno uguale alla SUT ricavata dal prospetto 2,
  - gli ENFC e relativi accessori dei compartimenti a soffitto sono azionabili da comando manuale per ogni singolo compartimento,
  - la SCT per l'ingresso di aria fresca è almeno uguale alla SUT ricavata dal prospetto 2.



# Superfici afflusso aria fresca



# Superfici afflusso aria fresca

prospetto 3

## Coefficienti di correzione $c_2$

Tipo di apertura	Angolo di apertura	Fattore di correzione $c_2$
Porte o portoni, finestre incernierate su un lato verticale	$\geq 90^\circ$	0,65
Gelosie apribili	$90^\circ$	0,65
Finestre incernierate su un lato orizzontale	$\geq 90^\circ$	0,65
	Da $60^\circ$ a $90^\circ$	0,5
	Da $45^\circ$ a $60^\circ$	0,4
	Da $30^\circ$ a $45^\circ$	0,3

Per gli angoli di apertura indicati è ammessa una tolleranza di  $\pm 5^\circ$ .

$$SCT = (1,40 \times 2) \times 2 + (2,15 \times 1,30) \times 3 + (3 \times 3) \times 4 \text{ prospetto A}$$

$$(5,4 \times 5) + (2,15 \times 1,30) \times 2 \text{ prospetto C}$$

$$(2,40 \times 2) + (2,15 \times 1,00) \times 3 + (2,15 \times 1) \text{ prospetto B}$$

$$50 + 28 + 13,35 = 91,35 * 0,65 = 59$$

# Progettazione

SUT= 50 m<sup>2</sup>

SCT= 59 m<sup>2</sup>

N° enfc  $3770/200= 19$  enfc

Optiamo per 24 enfc con  $Aa= 2.08$

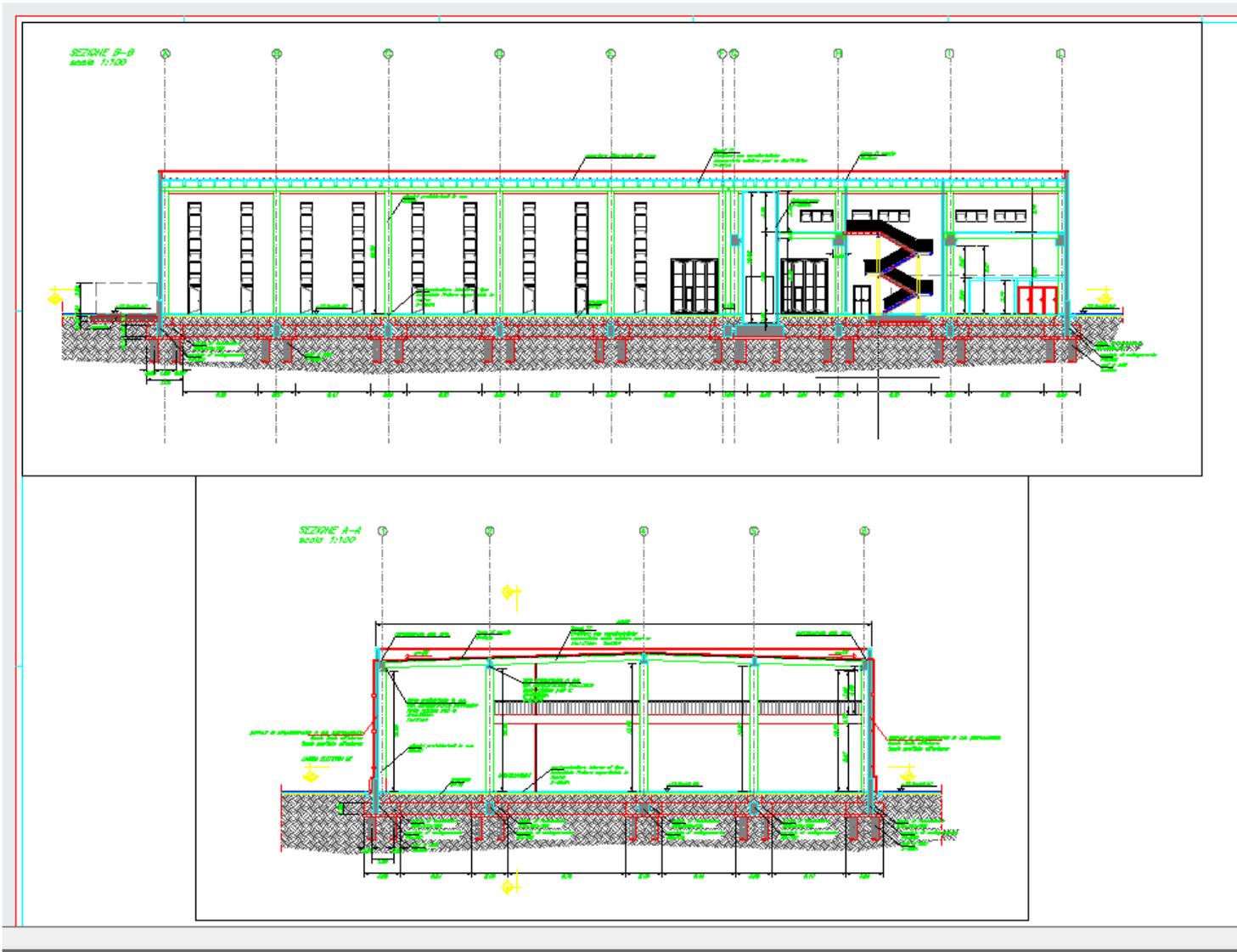
Linee di collegamento:

Impianto pneumatico resistente a pressione tra i  
2 e i 60 bar, suddiviso in 3 zone ciascuna  
dotata di apertura remota



# Officina Ferroviaria

## Volumi



# Officina Ferroviaria

## *Impianti esistenti*

- Rilevatori fumo
- No sprinkler, no squadre antincendio 24 h
- Naspi e idranti

# Officina Ferroviaria

Superficie= 2830 m<sup>2</sup>

Altezza media= 7,90

Suddivisione in 3 comparti

Comparto 1:

Velocità di propagazione dell'incendio  $v_i$ =**alta**

Pendenza della copertura  $\rho$ =**≤ 20 %**

Tempo di allarme  $t_1$  **0** minuti

Tempo di intervento  $t_2$  **15** minuti

Superficie al soffitto  $A_S$  **1940,0** m<sup>2</sup>

Altezza dell'ambiente  $h$  **9,0** m

Altezza minima libera dal fumo  $y$  **5,5** m

Altezza massima dello strato di fumo  $z$  **3,5** m

Altezza delle barriere al fumo  $h_b$  **3,5** m

Durata convenzionale di sviluppo incendio **15** minuti

Gruppo di dimensionamento **5**

Superficie utile totale minima ENFC **22,40** m<sup>2</sup>

Numero minimo ENFC **10**

# Officina Ferroviaria

Superficie= 2830 m<sup>2</sup>

Altezza media= 9

Suddivisione in 3 comparti

Comparto 2:

Velocità di propagazione dell'incendio  $v_i$ =**alta**

Pendenza della copertura  $\rho$ =**≤ 20 %**

Tempo di allarme  $t_1$  **0** minuti

Tempo di intervento  $t_2$  **15** minuti

Superficie al soffitto  $A_S$  **890,0** m<sup>2</sup>

Altezza dell'ambiente  $h$  **9** m

Altezza minima libera dal fumo  $y$  **5,5** m

Altezza massima dello strato di fumo  $z$  **3,5** m

Altezza delle barriere al fumo  $h_b$  **3,5** m

Durata convenzionale di sviluppo incendio **15** minuti

Gruppo di dimensionamento **5**

Superficie utile totale minima ENFC **22,40** m<sup>2</sup>

Numero minimo ENFC **10**

# Officina Ferroviaria

Superficie= 2830 m<sup>2</sup>

Altezza media= 7,90

Suddivisione in 3 comparti

Comparto 3:

Velocità di propagazione dell'incendio  $v_i = \mathbf{alta}$

Pendenza della copertura  $\rho = \leq \mathbf{20\%}$

Tempo di allarme  $t_1 = \mathbf{0}$  minuti

Tempo di intervento  $t_2 = \mathbf{15}$  minuti

Superficie al soffitto  $A_S = \mathbf{890,0}$  m<sup>2</sup>

Altezza dell'ambiente  $h = \mathbf{3,5}$  m

Altezza minima libera dal fumo  $y = \mathbf{2,5}$  m

Altezza massima dello strato di fumo  $z = \mathbf{1}$  m

Altezza delle barriere al fumo  $h_b = \mathbf{1,5}$  m

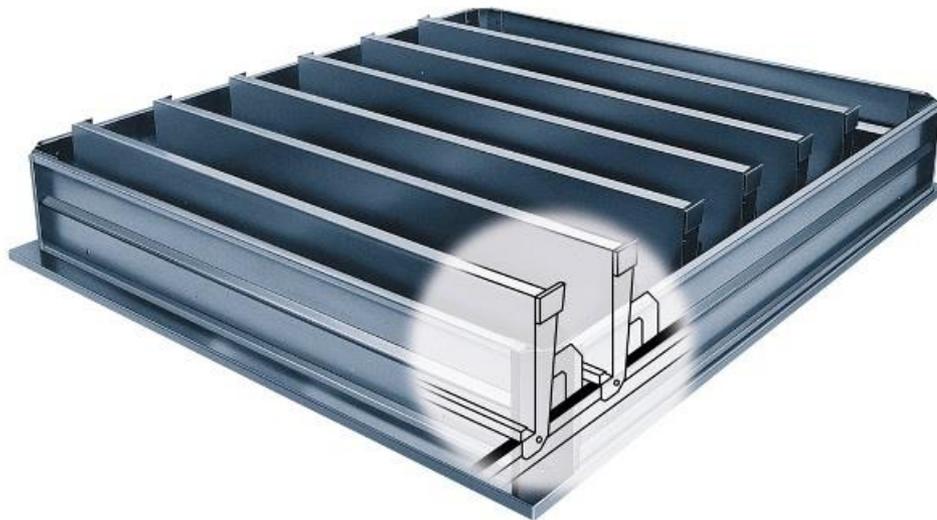
Durata convenzionale di sviluppo incendio  $\mathbf{15}$  minuti

Gruppo di dimensionamento  $\mathbf{5}$

Superficie utile totale minima ENFC  $\mathbf{10,90}$  m<sup>2</sup>

Numero minimo ENFC  $\mathbf{5}$

## Compartimento n. 1 - Comparto 1



	<b>progetto</b>	<b>minimo</b>	<b>verifica</b>
Numero ENFC	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>Positiva</b>
Superficie utile singolo ENFC [m <sup>2</sup> ]	<b>3,04</b>	<b>2,24</b>	<b>Positiva</b>
Superficie utile totale [m <sup>2</sup> ]	<b>30,40</b>	<b>22,40</b>	<b>Positiva</b>

Marca

**BOVEMA**

Modello

**Tipo 240-9 apertura 2400 x 2040 / 2440 x 2080**

Superficie geometrica ENFC

$A_V$  **5,08** m<sup>2</sup>

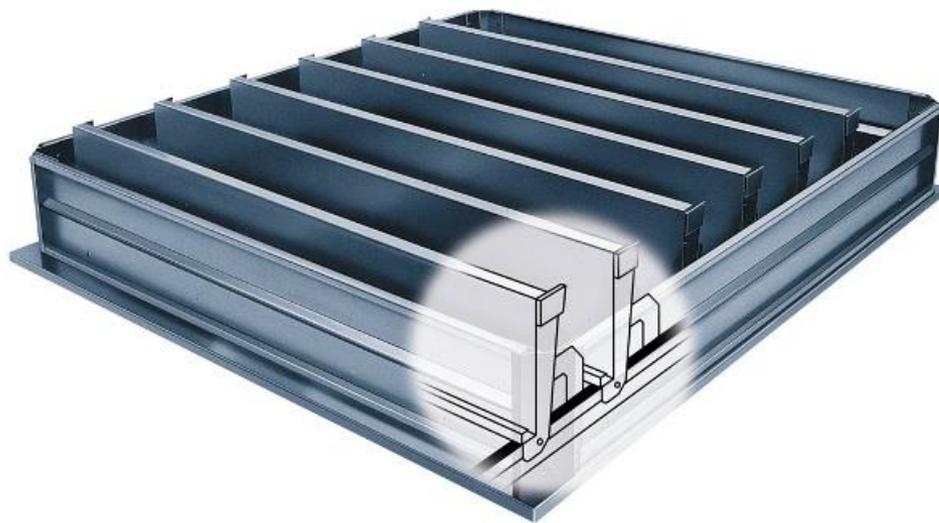
Superficie utile ENFC

$A_A$  **3,04** m<sup>2</sup>

Numero ENFC previsti

$n_E$  **10**

## Compartimento n. 2 - Comparto 2



	<b>progetto</b>	<b>minimo</b>	<b>verifica</b>
Numero ENFC	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>Positiva</b>
Superficie utile singolo ENFC [m <sup>2</sup> ]	<b>4,33</b>	<b>4,48</b>	<b>Negativa</b>
Superficie utile totale [m <sup>2</sup> ]	<b>21,65</b>	<b>22,40</b>	<b>Negativa</b>

Marca

**BOVEMA**

Modello

**Tipo 240-13 apertura 2400 x 2920/ 2440 x 2960**

Superficie geometrica ENFC

$A_V$  **7,22** m<sup>2</sup>

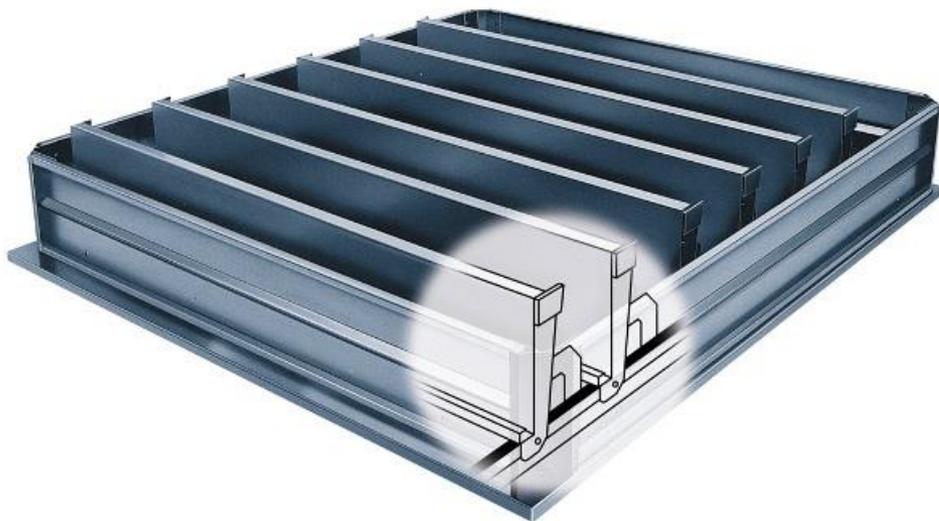
Superficie utile ENFC

$A_A$  **4,33** m<sup>2</sup>

Numero ENFC previsti

$n_E$  **5**

### Compartimento n. 3 - Soppalco



	progetto	minimo	verifica
Numero ENFC	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>Positiva</b>
Superficie utile singolo ENFC [m <sup>2</sup> ]	<b>1,32</b>	<b>1,21</b>	<b>Positiva</b>
Superficie utile totale [m <sup>2</sup> ]	<b>11,88</b>	<b>10,90</b>	<b>Positiva</b>

Marca

**BOVEMA**

Modello

**Tipo 180-5 apertura 1800 x 1160 / 1840 x 1200**

Superficie geometrica ENFC

$A_V$  **2,21** m<sup>2</sup>

Superficie utile ENFC

$A_A$  **1,32** m<sup>2</sup>

Numero ENFC previsti

$n_E$  **9**

# Analisi costi – prezzi di listino

- Enfc con barriere mobili

SENFC/m<sup>2</sup>=€ 55,00 senza soppalco, € 42,00 con soppalco

- Enfc con barriere fisse hp iniziale

SENFC/m<sup>2</sup>=€ 47 senza soppalco, € 35,00 con soppalco

- Enfc con barriere fisse hp iniziale

SENFC/m<sup>2</sup>=€ 44,00 senza soppalco, € 33,00 con soppalco

# Analisi costi

- Enfc con barriere mobili

SENFC/m<sup>2</sup>=€ 55,00 senza soppalco, € 42,00 con soppalco

- Enfc con barriere fisse

SENFC/m<sup>2</sup>=€ 44,00 senza soppalco, € 33,00 con soppalco

# Progettazione UNI 9494;2012

- Aperture al piede opportunamente segnalate e con apertura automatica se la priorità è la salvaguardia delle persone
- Sistema collegabile ad aria compressa e utilizzabile per ventilazione giornaliera
- Enfc per passaggio luce per contribuire a superficie illuminante
- Il sistema dimensionato garantisce 3 ricambi ora sufficienti per richiesta ASL