

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Prato

9 e 16 marzo 2015

Pierenrico Varuzza

Technical Manager, Bovema Italia

I sistemi di evacuazione
forzata di fumo e calore
(SEFFC)

CENTRO COMMERCIALE
CON PUNTO VENDITA AL PIANO
INTERRATO

CASO STUDIO



I sistemi di evacuazione forzata di fumo e calore (SEFFC)

Seminterrato: non è possibile realizzare un
SEFFC

Individuazione degli elementi caratteristici:

- Geometria del fabbricato
- Punti di criticità
- Suddivisione in comparti

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. Per un efficace lavaggio degli ambienti è necessario provvedere ad immettere dal basso tanta aria pulita esterna quanta ne viene estratta dall'alto, in modo da avere una zona libera da fumo che favorisca l'esodo degli occupanti e le operazioni di soccorso. 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 può essere raggiunto con una delle seguenti soluzioni:

- a) aperture di aerazione naturale ricavate lungo il perimetro e/o in copertura aventi superficie non inferiore ad 1/40 della superficie in pianta del compartimento. Le aperture devono essere distribuite il più possibile uniformemente privilegiando la realizzazione di aperture sia nella parte bassa che nella parte alta delle pareti o in copertura. Le superfici di aerazione devono essere dotate di un sistema di apertura automatico o manuale degli infissi la cui gestione deve essere considerata nel piano di emergenza e segnalata per le squadre di soccorso. L'aerazione naturale può essere realizzata anche tramite camini ed intercapedini;
- b) 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.

PRESTAZIONE FONDAMENTALE DEL SEFC

- Obiettivo: realizzare un SEFC che consenta almeno 2 m di altezza libera da fumo (D.M. 27/7/2010 sulle attività commerciali)
- La norma UNI 9494-2 prevede un'altezza libera da fumi minima di 2.5 m



10
Igiene orale
Cosmetica
Prodotti per capelli
Shampoo
Bagni schiuma
Profumeria

8
Intimo uomo
Intimo bimbo
Calze donna
Intimo donna
Assorbenti
Parafarmacia

COSTO BASSO

Offerte

Offerte

10

8

Le Monde
DE L'ESPRIT



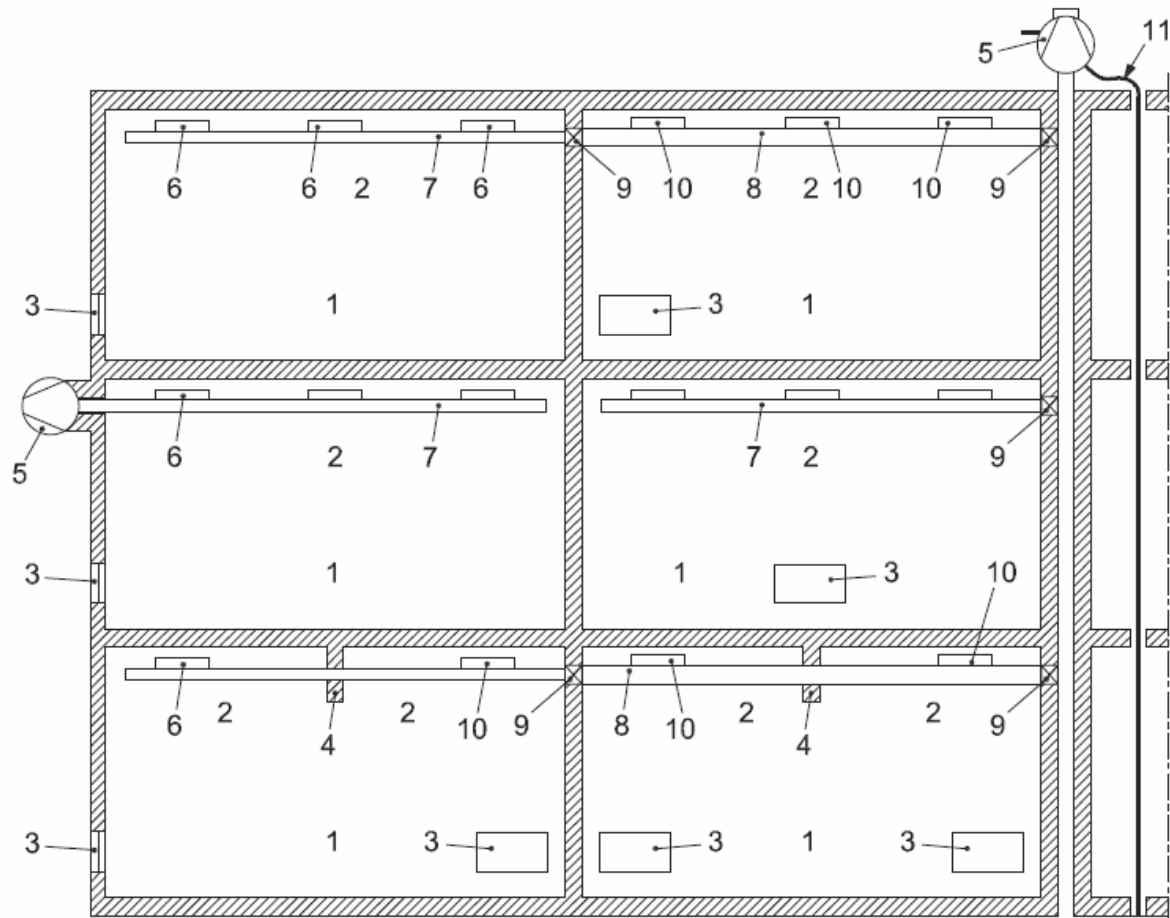




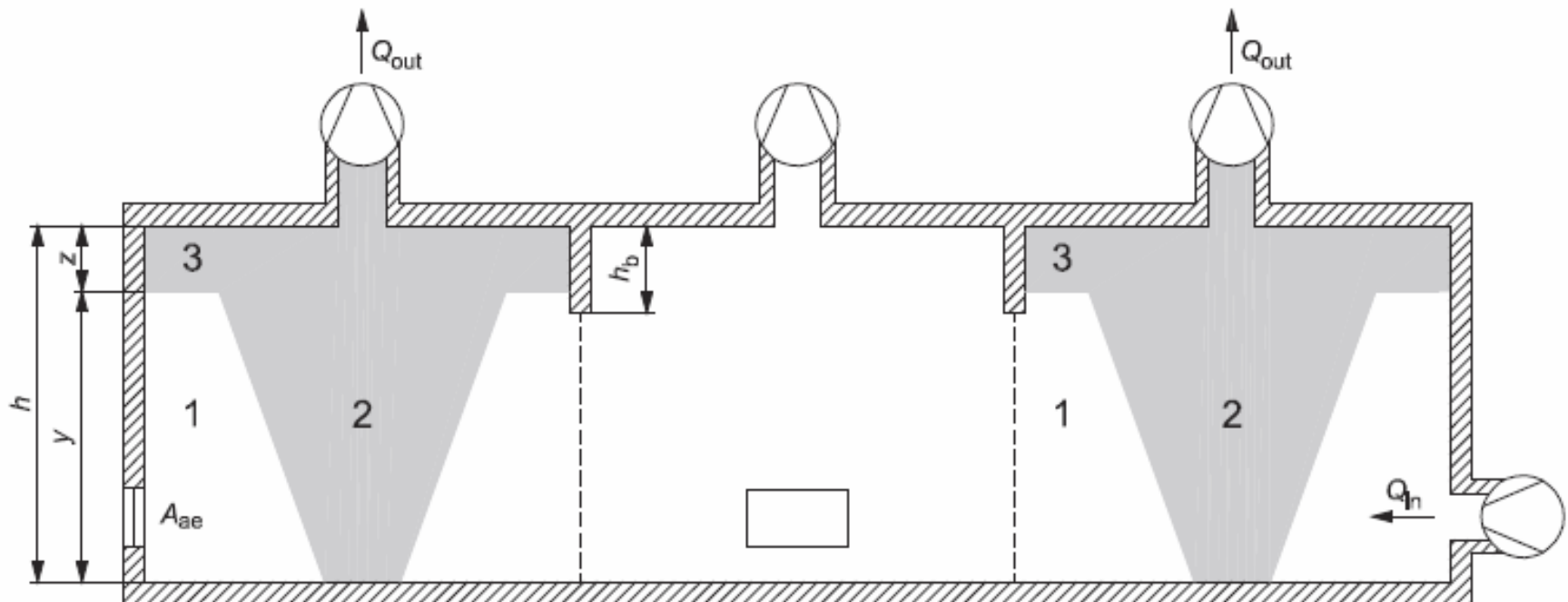


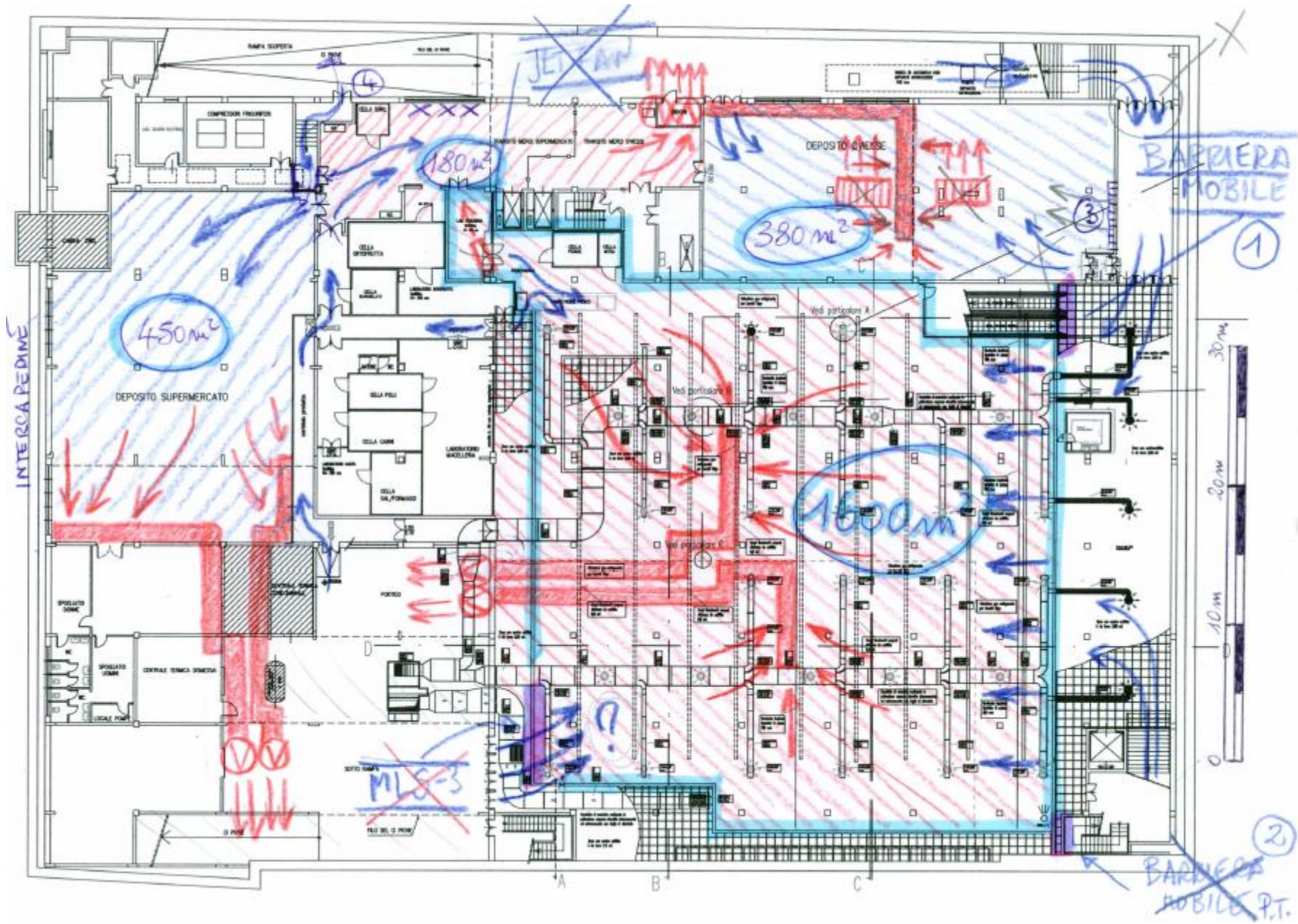


- 1 Compartimento antincendio
- 2 Compartimento a soffitto
- 3 Apertura per l'afflusso di aria esterna
- 4 Barriera al fumo o elemento strutturale
- 5 Ventilatore per SEFC
- 6 Serranda per il controllo del fumo per singolo compartimento
- 7 Condotta per l'evacuazione dei fumi per compartimento singolo
- 8 Condotta per l'evacuazione dei fumi per compartimenti multipli
- 9 Serranda per il controllo del fumo per compartimenti multipli montata a parete o a pavimento
- 10 Serranda per il controllo del fumo per compartimenti multipli montata sulla superficie del condotto
- 11 Sistema di controllo/alimentazione elettrica



- 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





Dimensionamenti - Area Vendita

$A = 1600 \text{ m}^2$ circa

$H = 3.50 \text{ m}$

$y = 2.50 \text{ m}$ $z = 1.00 \text{ m}$

Entrate di aria di ricambio (A_{EF}) $\geq 20 \text{ m}^2$

Impianto di rivelazione/allarme = SI'

Impianto sprinkler = SI'

T1 = 0

T2 = $5 \pm 2 \text{ min}$ (caserma VVF)

T1 + T2 $\leq 10 \text{ min}$

Dimensionamenti - Area Vendita

Calcolo del gruppo di dimensionamento di un Impianto SEFFC

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

Dimensionamenti - Area Vendita

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 (*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.

Dimensionamenti - Area Vendita

Temperatura locale del fumo $\theta_{F,locale}$ (°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.

Dimensionamenti - Area Vendita

$$y = 2.50 \text{ m}$$

Velocità di propagazione = media

$$GD = 3$$

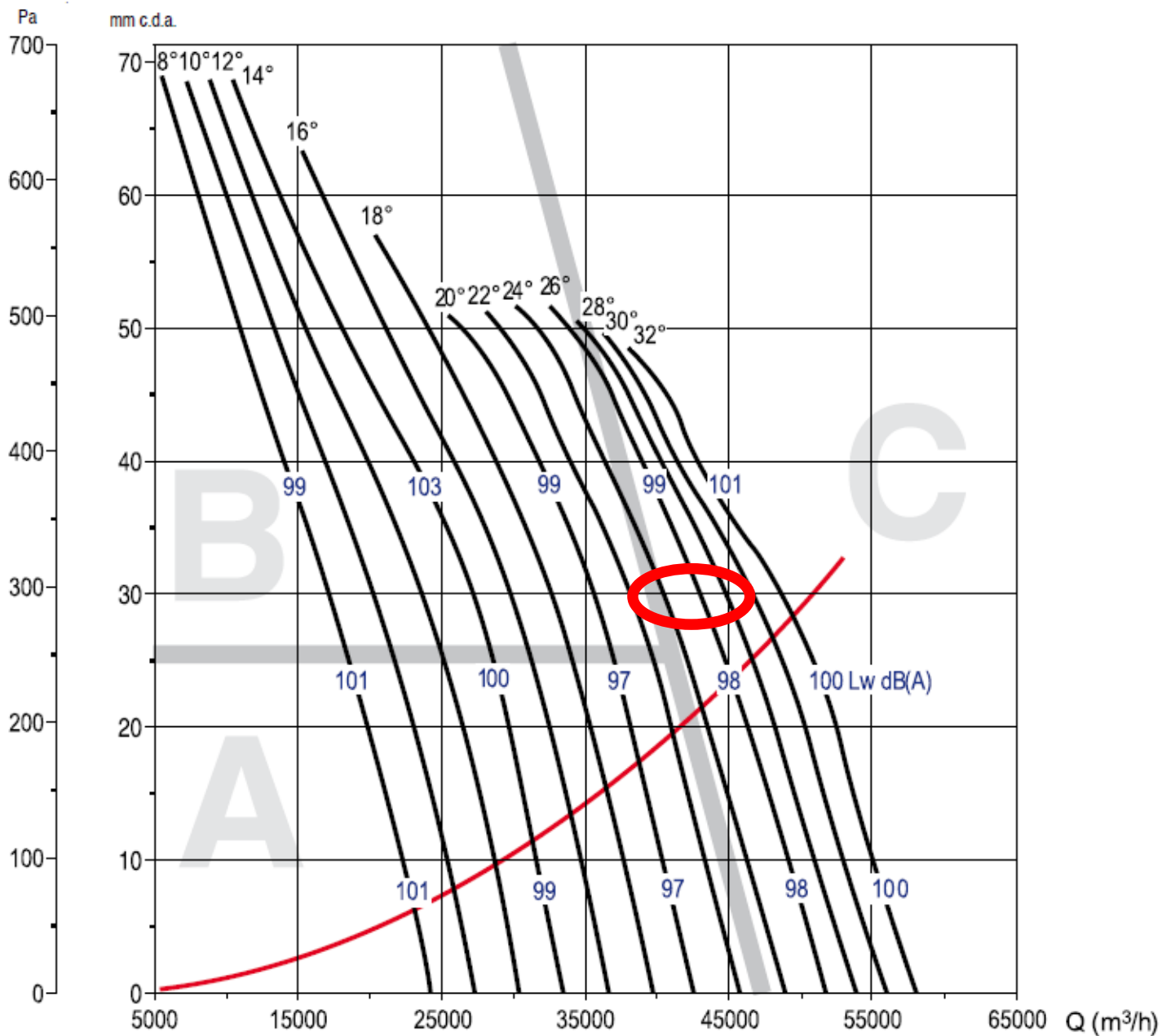
$$\text{Scaffali} > 1.50 \text{ m} \quad \implies GD = 3 + 1 = 4$$

$$\text{Presenza Sprinkler} \quad \implies GD = 4 - 1 = 3$$

Portata minima totale = 75000 m³/h

$$\text{Temperatura locale} = 371 \text{ }^\circ\text{C} \quad \implies \text{F400/I20}$$

BARRIERA MOBILE rampa scala mobile



Ventilatori e punti di presa Area Vendita

Tipo = ASSIALE F400/120 EN 12101-3

Prevalenza = 300 Pa

Portata nominale singola per il modello scelto = 45000 m³/h
ca.

Portata effettiva = 38000 m³/h

Potenza = 11 kW

Quantità = 2

$y + \Delta d_s = 3.20$ m

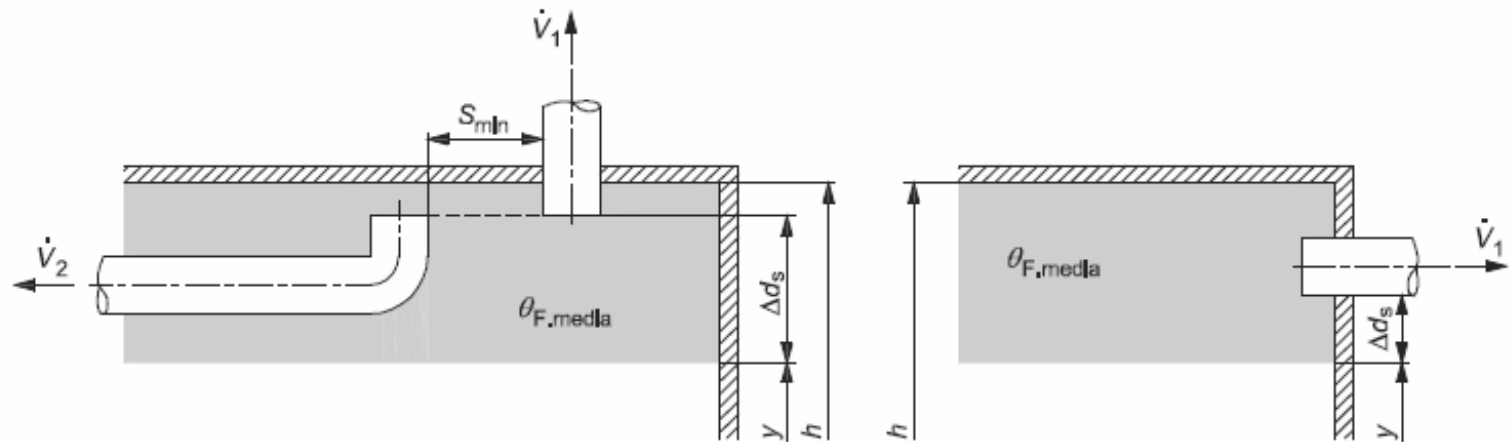
Temperatura media = 290°C

Punti di presa = 13 minimo



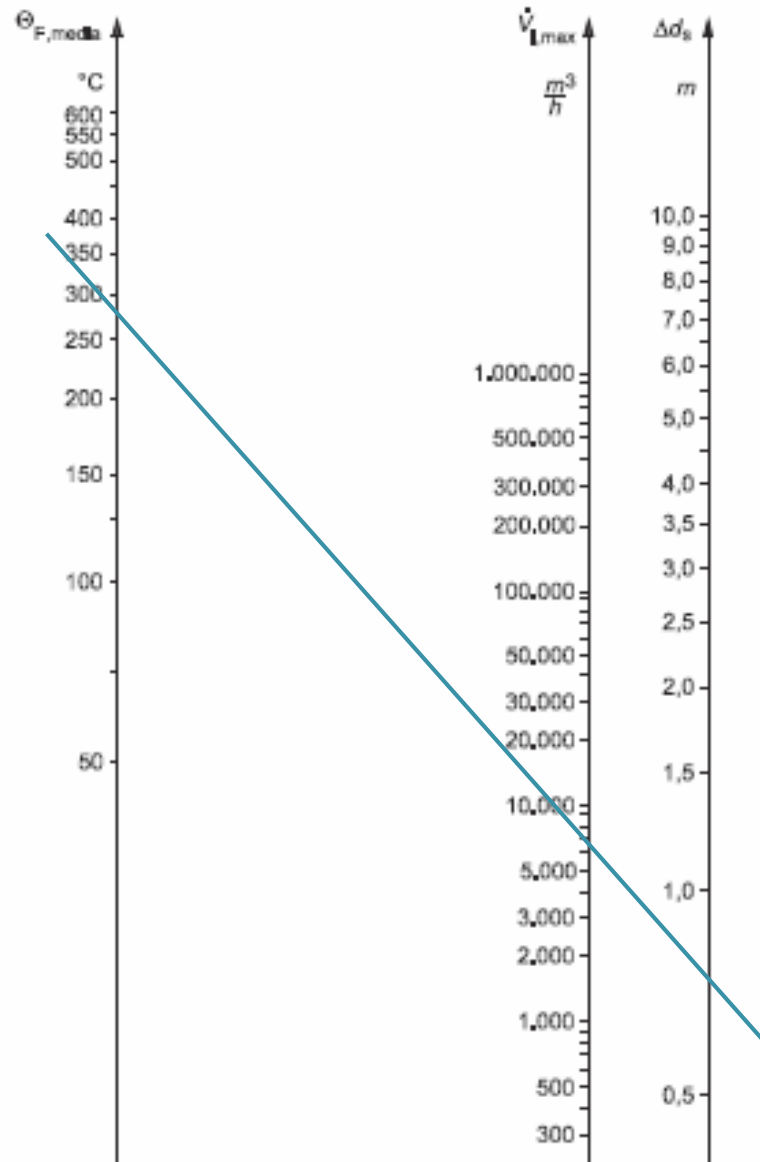
Ventilatori e punti di presa Area Vendita

- y Altezza dello strato libero da fumi, in metri
 Δd_s Distanza tra l'imbocco del condotto di estrazione e la superficie inferiore dello strato di fumo, in metri
 S_{min} Distanza minima tra due punti di estrazione, in metri
 \dot{V}_i Portata volumetrica estratta dall' i -esimo punto di estrazione (m^3/h)
 h Altezza del locale da proteggere, in metri
 $\theta_{F,media}$ Temperatura media dei fumi ($^{\circ}C$)



Noti valori di Δd_s e $\theta_{F,media}$ dalla figura 5 è possibile ricavare il valore $\dot{V}_{i,max}$ relativo alla "portata volumetrica massima teorica per ogni punto di aspirazione".

Ventilatori e punti di presa Area Vendita



Dimensionamenti - Area Deposito

$$A = 600 \text{ m}^2 \text{ circa}$$

$$H = 4.20 \text{ m}$$

$$y = 2.50 \text{ m} \quad z = 1.20 \text{ m}$$

$$\text{Entrate di aria di ricambio } (A_{EF}) \geq 15 \text{ m}^2$$

Impianto di rivelazione/allarme = SI'

Impianto sprinkler = SI'

$$T1 = 0$$

$$T2 = 5 \pm 2 \text{ min (caserma VVF)}$$

$$T1 + T2 \leq 10 \text{ min}$$

Dimensionamenti - Area Deposito

$$y = 2.50 \text{ m}$$

Velocità di propagazione = media

$$GD = 3$$

$$\text{Scaffali} < 1.50 \text{ m} \quad \implies GD = 3$$

$$\text{Presenza Sprinkler} \quad \implies GD = 3 - 1 = 2$$

$$\text{Portata minima totale} = 46000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Temperatura locale} = 268 \text{ }^\circ\text{C} \quad \implies \text{F300/I20}$$

Apertura automatica di portoni/serrande

Ventilatori e punti di presa Area Deposito

Tipo = ASSIALE F300/120 EN 12101-3

Prevalenza = 250 Pa

Portata nominale per il modello scelto = 30000 m³/h ca.

Portata effettiva = 23000 m³/h

Potenza = 5.5 kW

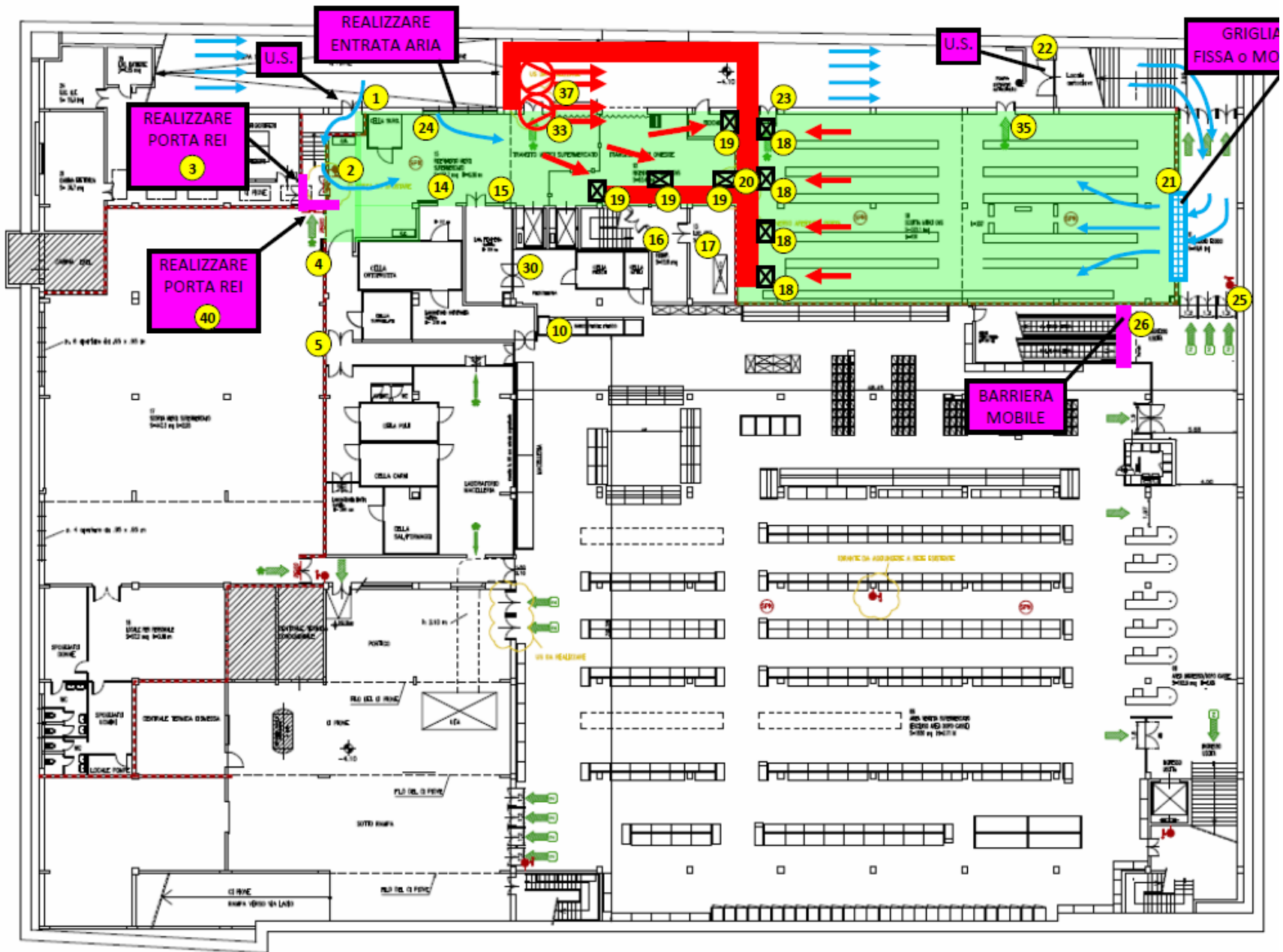
Quantità = 2

$y + \Delta d_s = 3.50$ m

Temperatura media = 210°C

Punti di presa = 4 minimo





SCELTA DEI COMPONENTI

CONDOTTE DI CONTROLLO DEL FUMO: Condotte E₆₀₀ 30 S

(velocità max. = 15 m/s).

BARRIERE AL FUMO: Altezza minima = 1.50 m (0.50 m maggiore dello strato di fumo). Classificazione D 120. Per scala mobile e linea casse.

PUNTI DI IMMISSIONE DELL'ARIA ESTERNA: Aperture naturali esistenti (porte e portoni da motorizzare).

$A_{EF} \geq 20-40 \text{ m}^2$ AREA VENDITA

$A_{EF} \geq 15-30 \text{ m}^2$ AREA DEPOSITO

Componenti di un SEFFC

1. Ventilatore per SEFFC (EN 12101-3)
2. Punti di estrazione di fumo e calore,
3. Punti di afflusso di aria esterna,
4. Condotte di controllo del fumo (EN 12101-7)
5. Serrande di controllo del fumo (EN 12101-8)
6. Barriere al fumo (EN 12101-1)
7. Condotte per l'immissione di aria esterna,
8. Serrande di controllo per aria esterna,
9. Ventilatori di immissione dell'aria esterna,
10. Impianto di alimentazione elettrica (12101-10)
11. Sistemi di controllo.

Elenco degli elementi del SEFFC

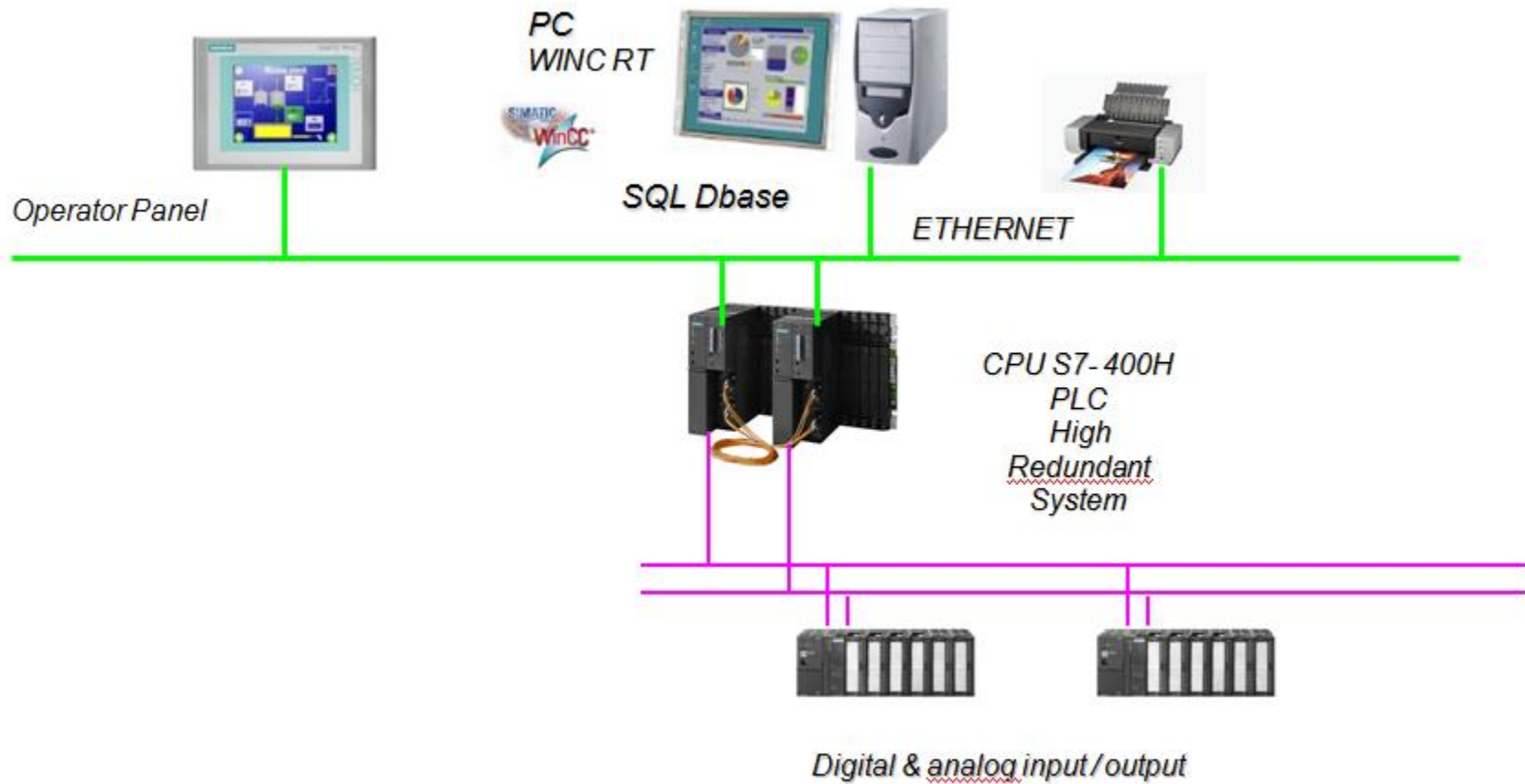
| | | |
|----|---|-------------|
| 1 | US (da realizzare) | |
| 2 | Porta REI 120 (da realizzare) | |
| 3 | Porta REI 120 (ipotesi) | |
| 4 | Porta REI | |
| 5 | Porta REI 120 (da realizzare) | |
| 6 | Porta REI 120 | US |
| 7 | Porta (da realizzare) | |
| 8 | Porta REI 120 | |
| 9 | Porta REI 120 | US |
| 10 | Porta esistente | |
| 11 | US (2 battenti) | |
| 12 | Porta esistente | |
| 13 | Porta esistente | |
| 14 | Porta REI | |
| 15 | Porta REI | |
| 16 | Porta REI (da realizzare) | |
| 17 | porta REI (da realizzare) | |
| 18 | Porta REI 120 | |
| 19 | Serranda tagliafuoco in condotta | |
| 20 | Serranda tagliafuoco in condotta | |
| 21 | Griglia lamellare fissa o mobile | |
| 22 | Cancellata | US ? |
| 23 | Porta esistente | US ? |
| 24 | Portone metallico a soffietto | |
| 25 | US (6 battenti) | |
| 26 | barriera al fuoco mobile h=0 | |
| 27 | US (8 battenti) | |
| 28 | sistema 3 saracinesche | |
| 29 | Porta a vetri entrata OVS | US |
| 30 | porta interna di comunicazione | |
| 31 | Porta interna (da chiudere) | |
| 32 | Porta int. di comunic. | |
| 33 | Porta int. di comunic. | |
| 34 | porta REI 120 (da realizz.) | US |
| 35 | EFFC F400/2 per deposito supermercato | |
| 36 | EFFC F400/2 per supermercato | |
| 37 | EFFC F400/2 per transito merci e deposito OVS | |
| 38 | Porta int. comunic. | |
| 39 | n.6 porte int. di comunic. | |

CASO 1 – EMERGENZA IN SUPERMERCATO (compartimento: circa 1600 m²)

| Rif. | ELEMENTO | STATO |
|------|---|-----------|
| 1 | US (da realizzare) | ON |
| 2 | Porta REI 120 (da realizzare) | ON |
| 3 | Porta REI 120 (ipotesi) | OFF |
| 4 | Porta REI | OFF |
| 5 | Porta REI 120 (da realizzare) | ON |
| 6 | Porta REI 120 US | ND |
| 7 | Porta (da realizzare) | ON |
| 8 | Porta REI 120 | OFF |
| 9 | Porta REI 120 US | ON |
| 10 | Porta esistente | ON |
| 11 | US (2 battenti) | ON |
| 12 | Porta esistente | ON |
| 13 | Porta esistente | ON |
| 14 | Porta REI | ON |
| 15 | Porta REI | ON |
| 16 | Porta REI (da realizzare) | OFF |
| 17 | porta REI (da realizzare) | OFF |
| 18 | Porta REI 120 | OFF |
| 19 | Serranda tagliafuoco in condotta | ND |
| 20 | Serranda tagliafuoco in condotta | ND |
| 21 | Griglia lamellare fissa o mobile | ND |
| 22 | Cancellata US ? | ON |
| 23 | Porta esistente US ? | ND |
| 24 | Portone metallico a soffietto | ON |
| 25 | US (6 battenti) | ON |
| 26 | barriera al fuoco mobile h=0 | OFF |
| 27 | US (8 battenti) | ON |
| 28 | sistema 3 saracinesche | OFF |
| 29 | Porta a vetri entrata OVS US | ON |
| 30 | porta interna di comunicazione | ON |
| 31 | Porta interna (da chiudere) | OFF |
| 32 | Porta int. di comunic. | ON |
| 33 | Porta int. di comunic. | ON |
| 34 | porta REI 120 (da realizz.) US | ND |
| 35 | EFFC F400/2 per deposito supermercato | OFF |
| 36 | EFFC F400/2 per supermercato | ON |
| 37 | EFFC F400/2 per transito merci e deposito OVS | OFF |
| 38 | Porta int. comunic. | OFF |
| 39 | n.6 porte int. di comunic. | ON |
| 40 | porta interna o vano aperto (da realizzare) | ND |

CASO 2 – EMERGENZA IN TRANSITO MERCI (compartimento: circa 600 m²)

| Rif. | ELEMENTO | STATO |
|------|---|-------|
| 1 | US (da realizzare) | ON |
| 2 | Porta REI 120 (da realizzare) | ON |
| 3 | Porta REI 120 (ipotesi) | OFF |
| 4 | Porta REI | OFF |
| 5 | Porta REI 120 (da realizzare) | ON |
| 6 | Porta REI 120 US | ON |
| 7 | Porta (da realizzare) | OFF |
| 8 | Porta REI 120 | OFF |
| 9 | Porta REI 120 US | OFF |
| 10 | Porta esistente | ND |
| 11 | US (2 battenti) | ON |
| 12 | Porta esistente | OFF |
| 13 | Porta esistente | OFF |
| 14 | Porta REI | OFF |
| 15 | Porta REI | OFF |
| 16 | Porta REI (da realizzare) | OFF |
| 17 | porta REI (da realizzare) | ON |
| 18 | Porta REI 120 | OFF |
| 19 | Serranda tagliafuoco in condotta | ON |
| 20 | Serranda tagliafuoco in condotta | OFF |
| 21 | Griglia lamellare fissa o mobile | ND |
| 22 | Cancellata US ? | ON |
| 23 | Porta esistente US ? | ON |
| 24 | Portone metallico a soffietto | OFF |
| 25 | US (6 battenti) | ND |
| 26 | barriera al fuoco mobile h=0 | ND |
| 27 | US (8 battenti) | ND |
| 28 | sistema 3 saracinesche | ND |
| 29 | Porta a vetri entrata OVS US | ND |
| 30 | porta interna di comunicazione | ND |
| 31 | Porta interna (da chiudere) | OFF |
| 32 | Porta int. di comunic. | ND |
| 33 | Porta int. di comunic. | ND |
| 34 | porta REI 120 (da realizz.) US | ND |
| 35 | EFFC F400/2 per deposito supermercato | OFF |
| 36 | EFFC F400/2 per supermercato | OFF |
| 37 | EFFC F400/2 per transito merci e deposito OVS | ON |
| 38 | Porta int. comunic. | ND |
| 39 | n.6 porte int. di comunic. | ND |
| 40 | porta interna o vano aperto (da realizzare) | ND |



Analisi dei costi

Costo di un SEFFC:

40 ÷ 70 €/m²

(Statistica su ultimi 2 anni)

Costo macchine di ventilazione = 100

Costo canalizzazioni e serrande = 100 ÷ 400

Impianto elettrico di emergenza

Impianto elettrico di azionamento (eventuale PLC)