

DM 3 agosto 2015

Strategia antincendio: Esodo

Emanuele Gissi, PhD
Direttore, vice dirigente
Comando Vigili del fuoco di Genova
emanuele.gissi@vigilfuoco.it



Agenda

- Perché nuovo esodo?
- Come funziona il nuovo esodo?

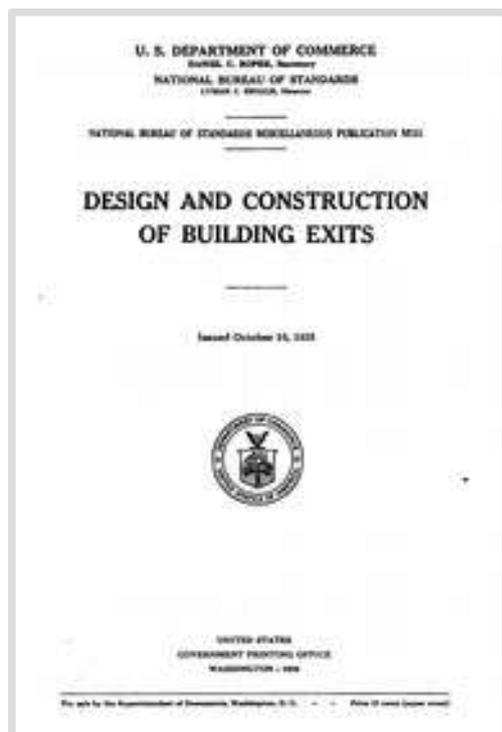


perché **nuovo** esodo?



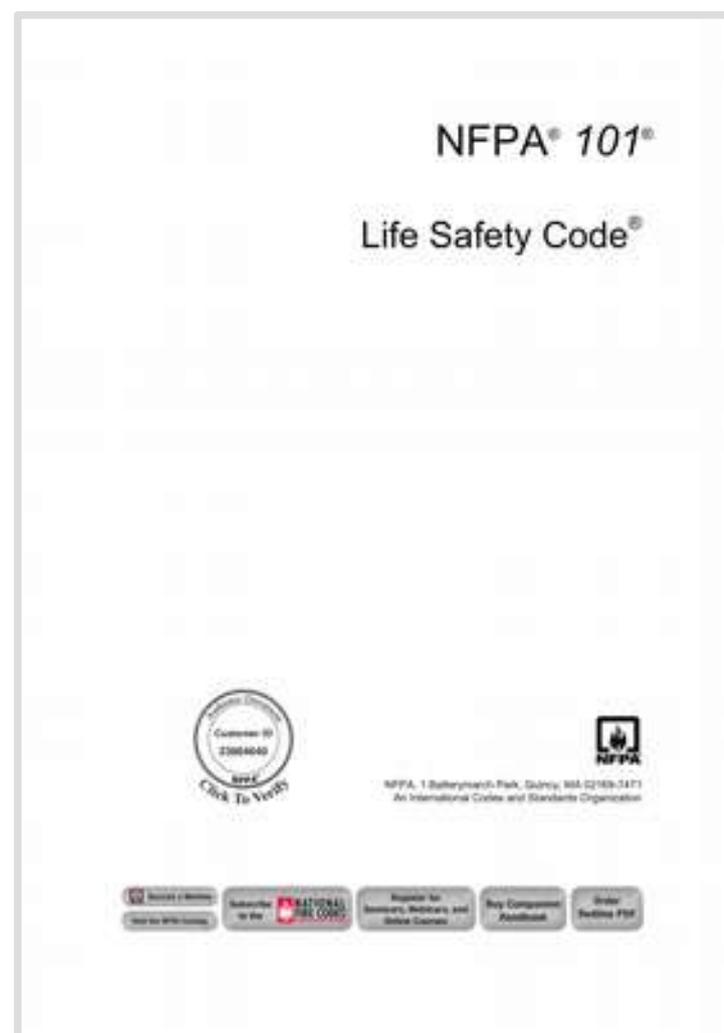
Esodo tradizionale, in Italia

- **1905** Modello a corsie
- **1935** US NBS, “*Design and construction of building exits*”
- **1951** Circolare n°16 “*Luoghi di pubblico spettacolo*”
- **1986** Cascarino, “*Introduzione alla prevenzione incendi*”

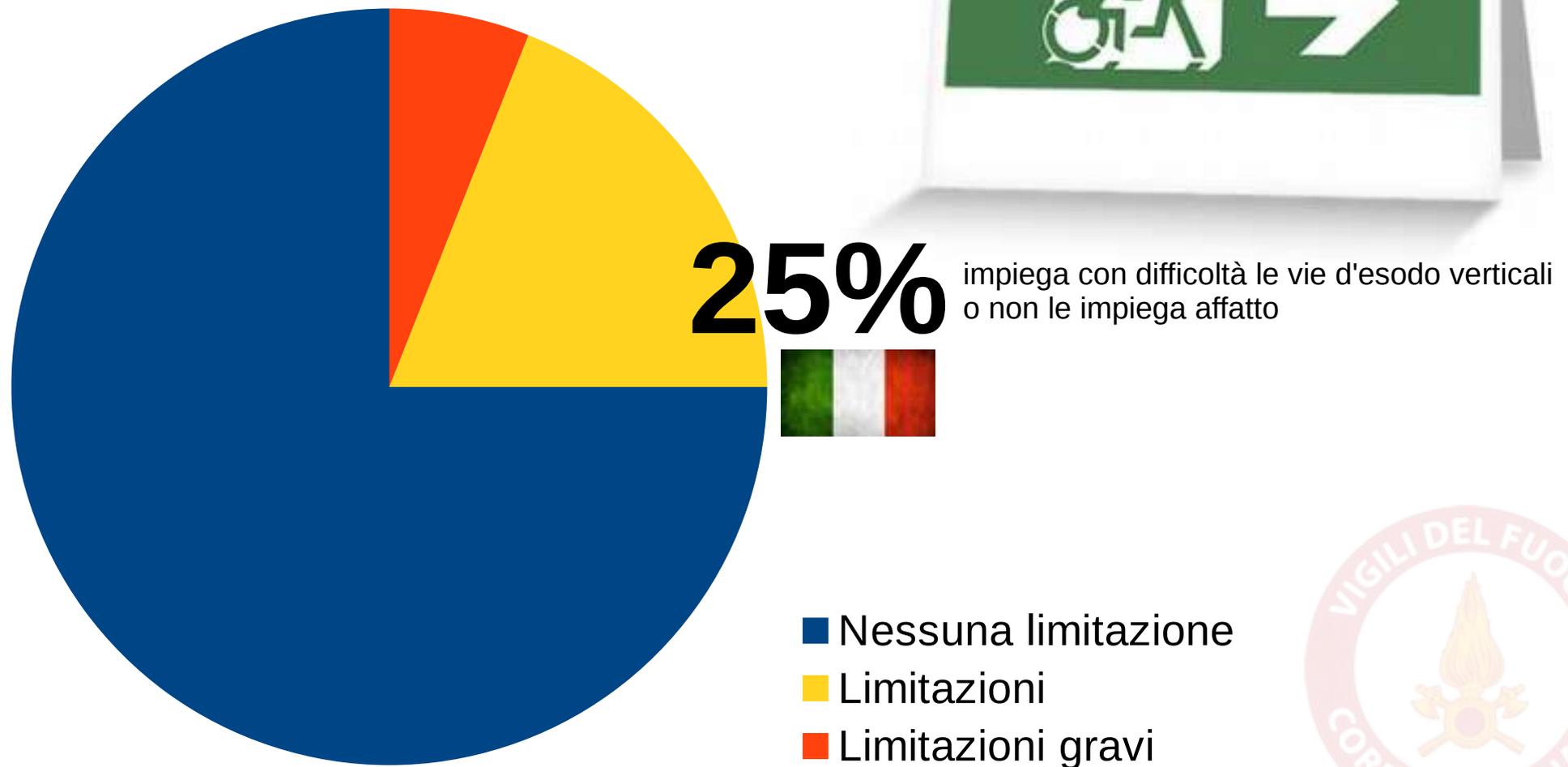


Nel resto del mondo...

- **1970-71** per la ricerca:
Il flusso degli occupanti nelle vie d'esodo non dipende in modo discontinuo dal numero dei moduli di uscita [PAU05]
→ Superamento del **modello a corsie** del 1905
- **1986** US NFPA 101
"Life safety code":
abbandona la unit-width (modulo) in favore della larghezza unitaria
- **1986** → **oggi** Altri paesi...



La popolazione in Italia...

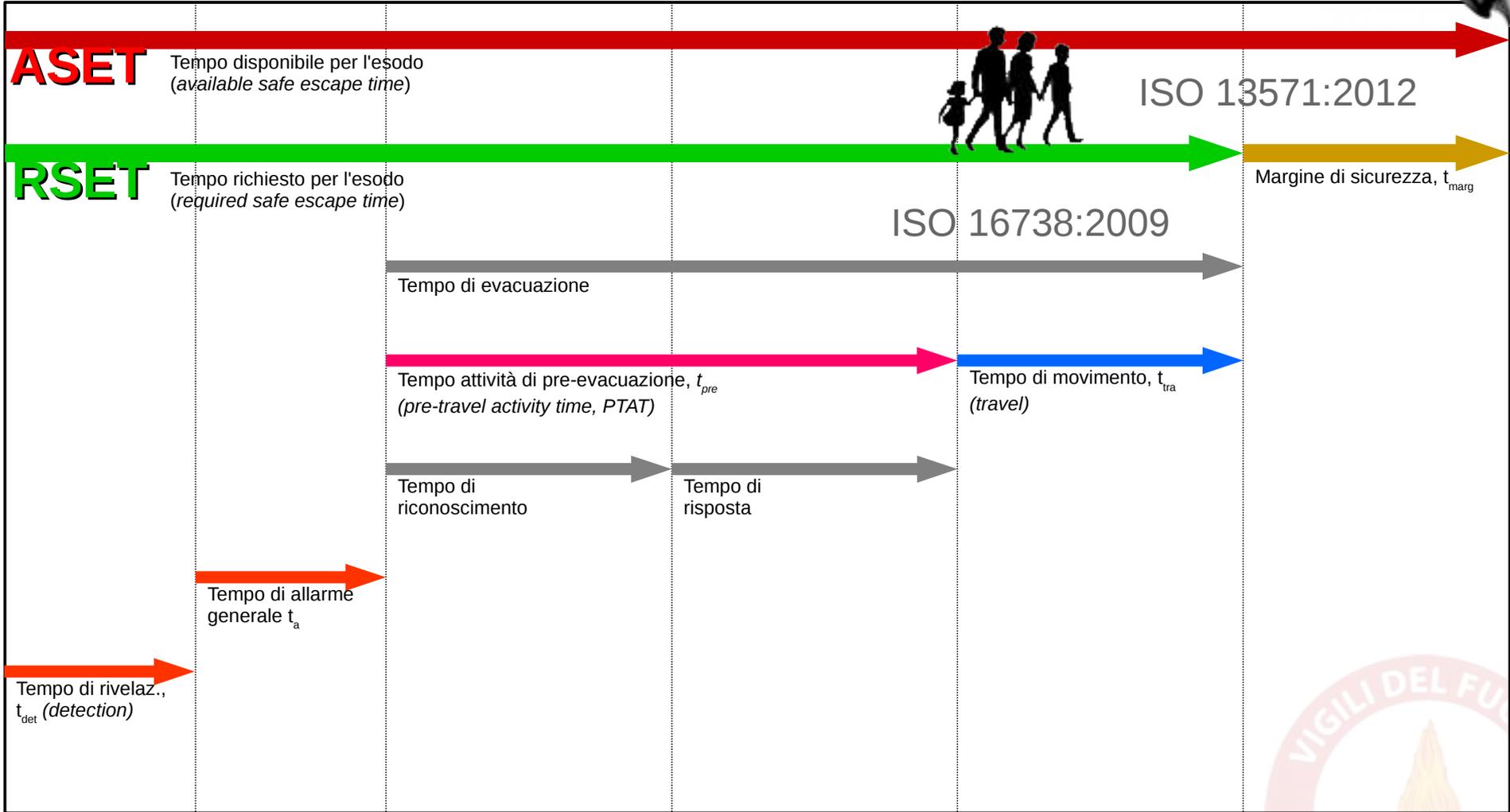


“Report: inclusione sociale delle persone con limitazioni funzionali, invalidità o cronicità gravi”,
Ministero del lavoro ed ISTAT, 21 luglio 2015



Stato dell'arte

ASET > RSET



In sintesi, oggi...

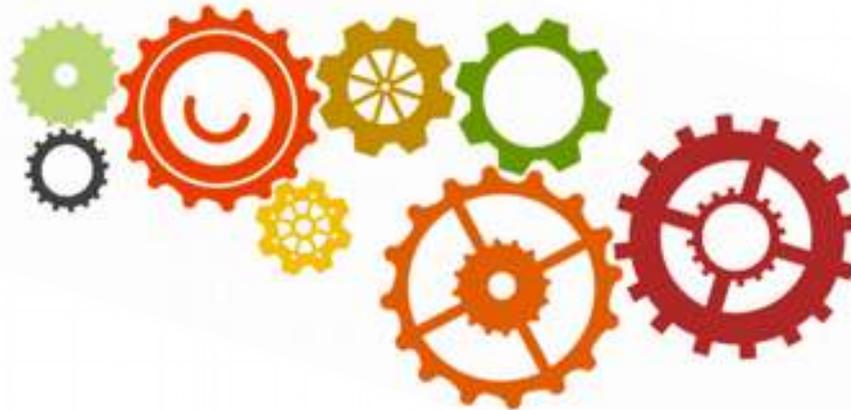
- Il modello tradizionale italiano per l'esodo appare **obsoleto**:
 - ▶ Le regole tecniche impiegano il **modello a corsie del 1905**, considerato superato dal 1970.
 - ▶ Non si considera il fenomeno della **riduzione della larghezza efficace** delle vie d'esodo (1971).
 - ▶ Impiego di **regole empiriche** (es. $t_{tra,1} = 1'$) → **Inaccettabile**, oggi metodi quantitativi (ASET>RSET)
 - ▶ Dimensionamento basato su popolazione mediamente abile → **Inaccettabile**, oggi progettazione inclusiva
 - ▶ **Drift normativo** rispetto alla soluzione di Cascarino (1986) → **Inaccettabile**, oggi evidence-based



DM 3 agosto 2015
Rinnovare la tradizione!



Come funziona il nuovo esodo?



Finalità del sistema d'esodo



Sicurezza, il codice è uno strumento non il fine!



Assicurare che gli **occupanti** dell'attività possano **raggiungere** o **permanere** in un **luogo sicuro**, a **prescindere** dall'intervento dei Vigili del fuoco.



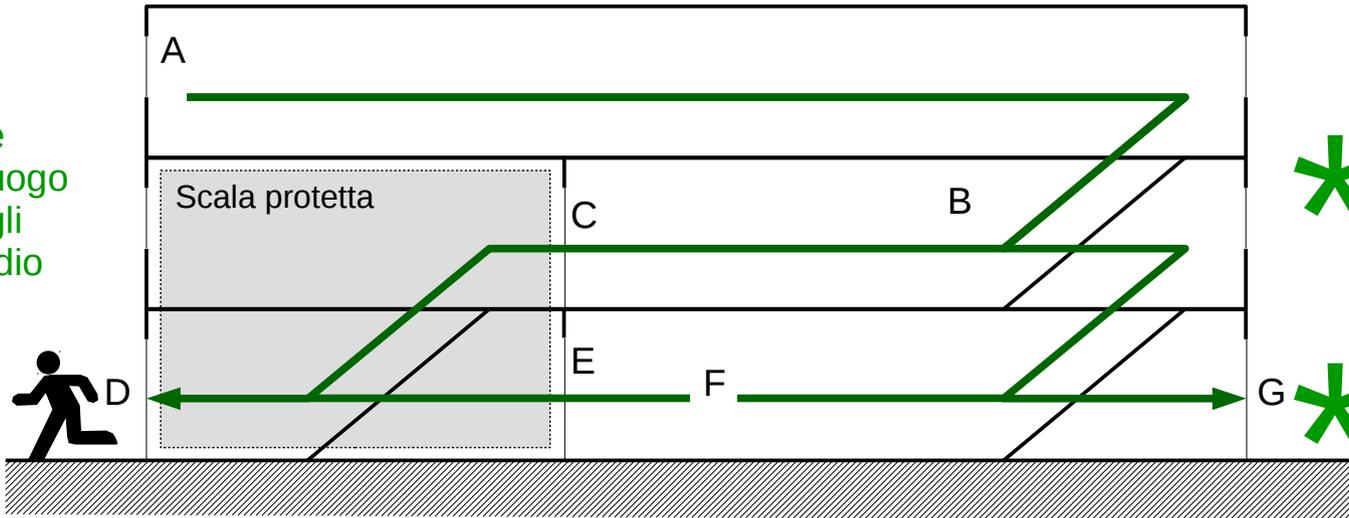
Nuove definizioni



Le vie d'esodo **iniziano** sempre dove si trovano gli occupanti



Luogo sicuro è pubblica via o luogo non soggetto agli effetti dell'incendio in ogni caso collegato alla pubblica via.



Corridoio cieco fino a biforcazione vie d'esodo



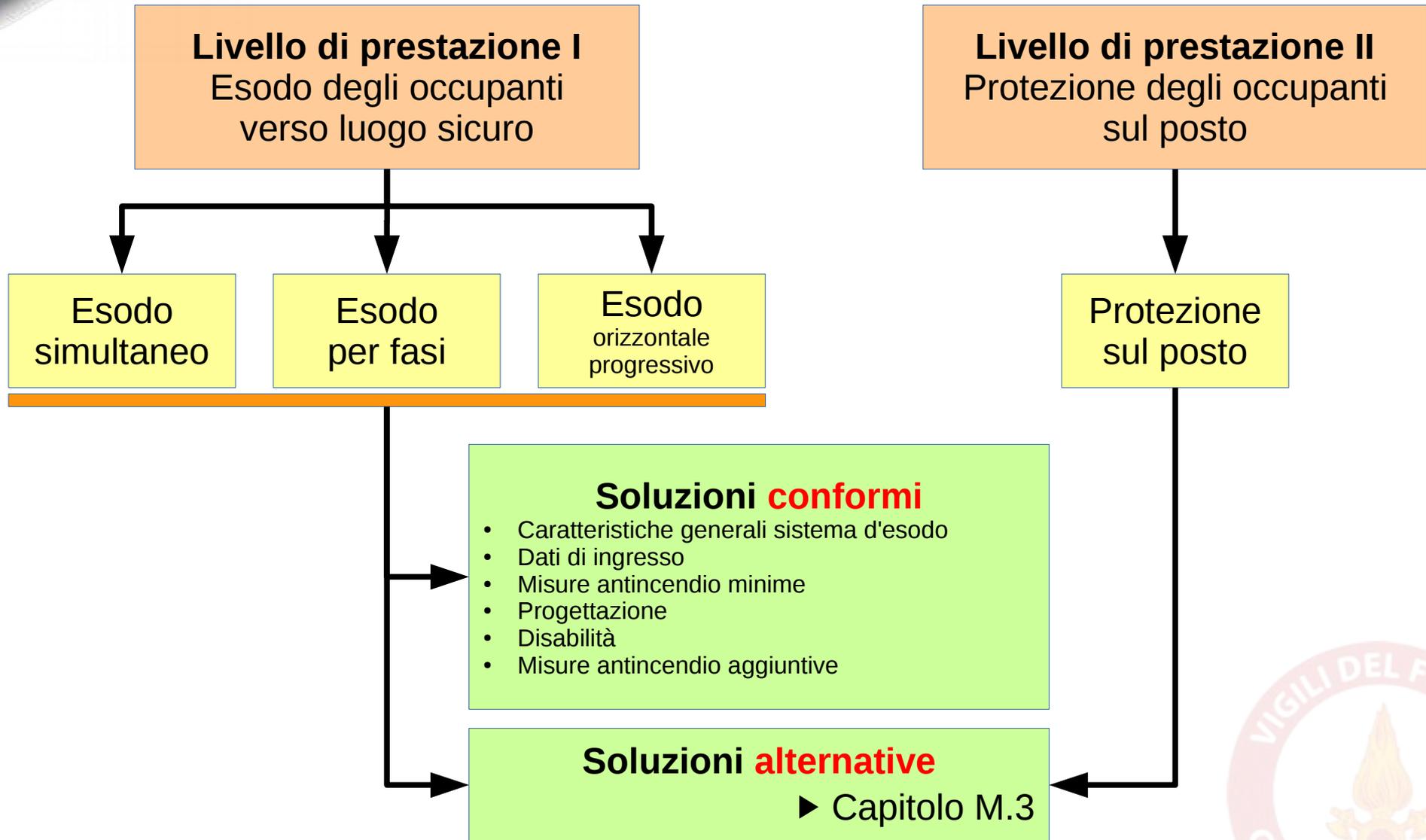
Lunghezza d'esodo rispetto a luogo sicuro temporaneo



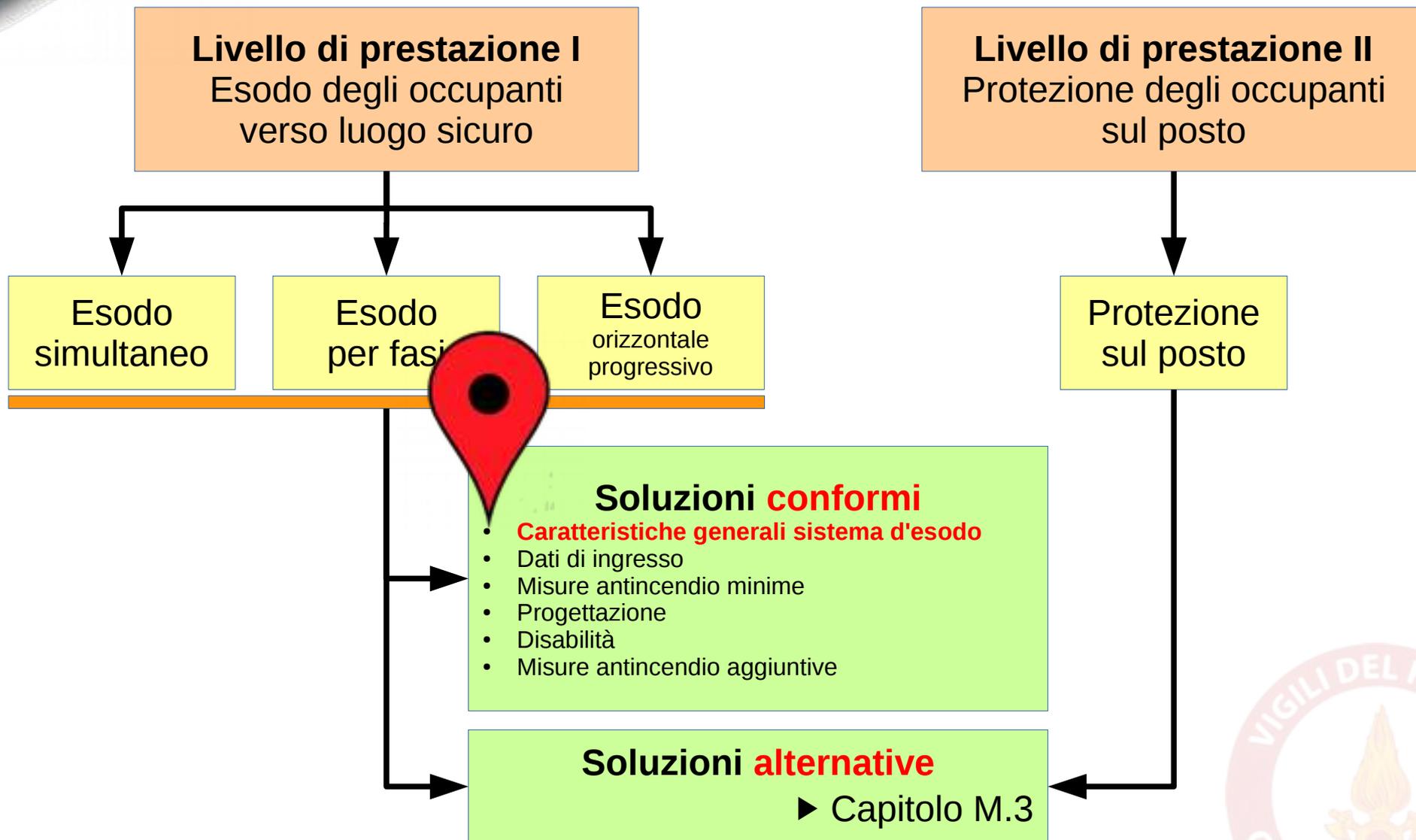
Luogo sicuro temporaneo è interno o esterno alle costruzioni ove non esista pericolo imminente per gli occupanti in caso di incendio, collegato a luogo sicuro.



Esodo, in sintesi



A che punto siamo?



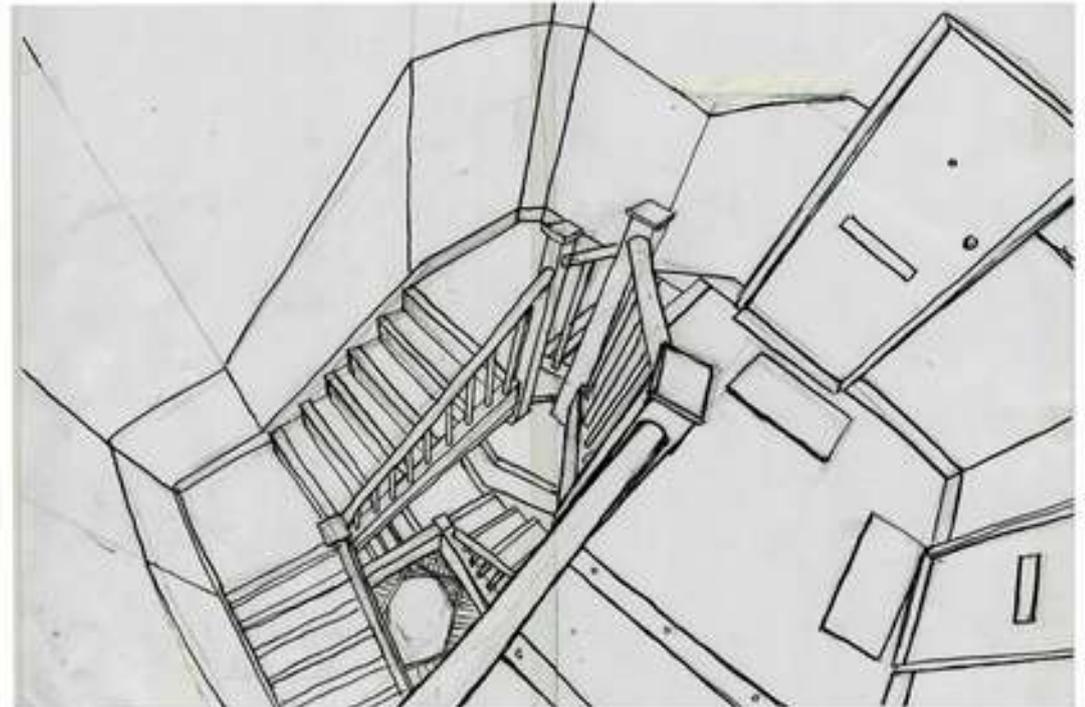
Caratteristiche generali [2/5]

Vie d'esodo, scale, rampe, uscite

- Via d'esodo
 - ▶ Protetta
 - ▶ A prova di fumo
 - ▶ Esterna
 - ▶ Aperta

* Le scale terminano in **luogo sicuro** direttamente o tramite percorso delle medesime caratteristiche

* Ammessi **impianti** al servizio dell'edificio (es. ascensori, ...)



Caratteristiche generali [3/5]

Porte

Caratteristiche locale	Caratteristiche porta		
	Occupanti serviti	Verso di apertura	Dispositivo di apertura
Locale non aperto al pubblico	$9 < n \leq 25$ occupanti	Nel verso dell'esodo	UNI EN 179
	$n > 25$ occupanti		UNI EN 1125
Locale aperto al pubblico	$n < 10$ occupanti		UNI EN 179
	$n \geq 10$ occupanti		UNI EN 1125
Area a rischio specifico	$n > 5$ occupanti		UNI EN 1125
Altri casi	Secondo risultanze dell'analisi del rischio		



Tabella S.4-3: Caratteristiche delle porte lungo le vie d'esodo

Era:

Caratteristiche locale	Occupanti serviti	Verso di apertura	Dispositivo di apertura
Locale non aperto al pubblico	$9 < n \leq 25$ occupanti	Nel verso dell'esodo	UNI EN 179
Locale non aperto al pubblico	$n > 25$ occupanti		UNI EN 1125
Locale aperto al pubblico	$n < 10$ occupanti		UNI EN 179
Locale aperto al pubblico	$n \geq 10$ occupanti		UNI EN 1125
Area a rischio specifico	$n > 5$ occupanti		UNI EN 1125
Altri casi	Secondo risultanze dell'analisi del rischio		

Tabella S.4.3 - Caratteristiche delle porte lungo le vie d'esodo

* Ammesse porte ad **azionamento automatico**

* Comunque ammessa **semplice spinta** su tutta la superficie della porta



Caratteristiche generali [4/5]

Segnaletica ed illuminazione



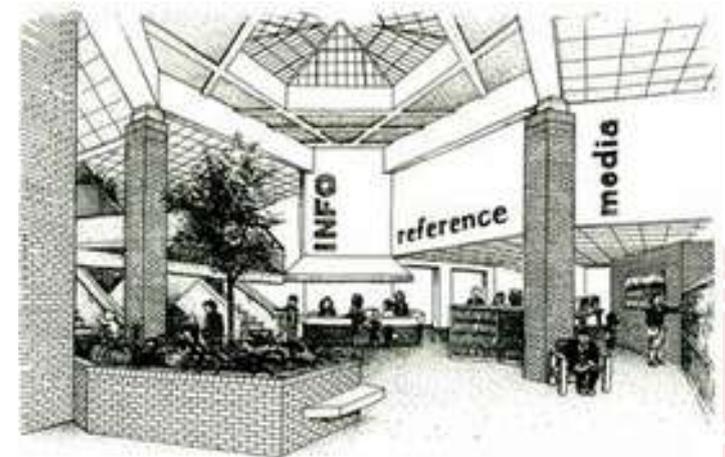
ISO 16069



EN UNI 1838

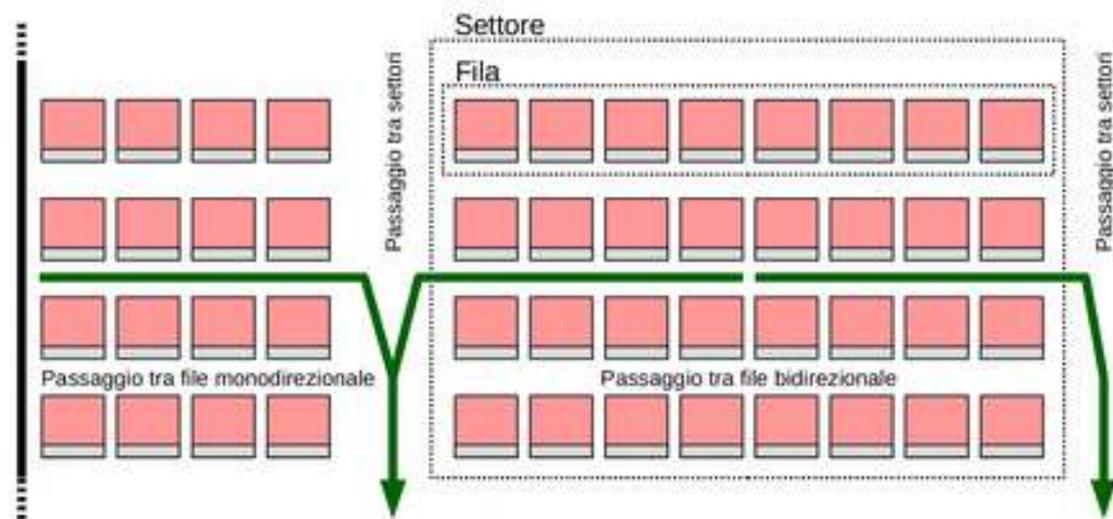


ISO EN UNI 7010



Caratteristiche generali [5/5]

Layout posti a sedere



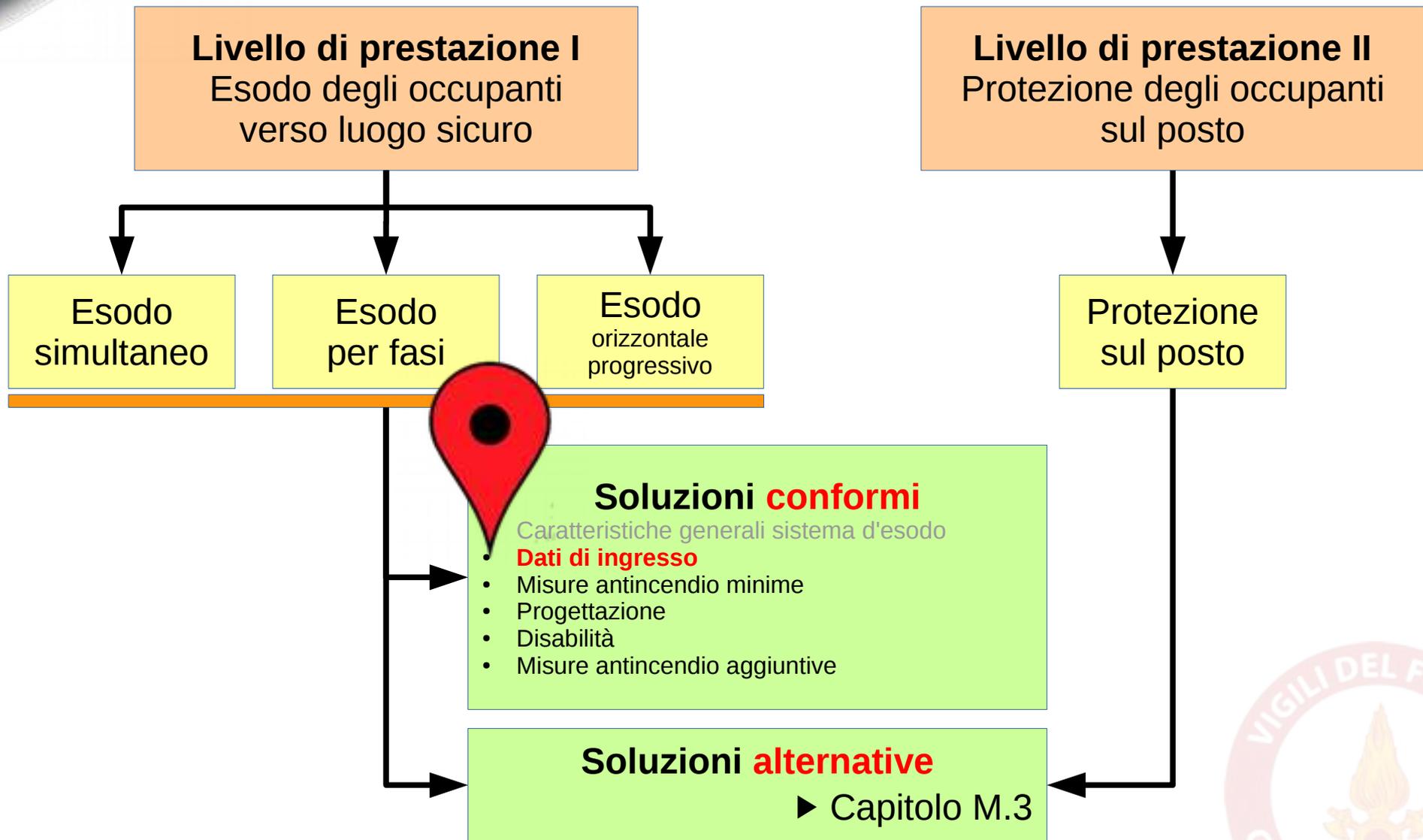
Larghezza passaggio tra file di sedili [mm]	Massimo numero di sedili per fila	
	Passaggio tra file monodirezionale	Passaggio tra file bidirezionale
$L < 300$	1	2
$300 \leq L < 325$	7	14
$325 \leq L < 350$	8	16
$350 \leq L < 375$	9	18
$375 \leq L < 400$	10	20
$400 \leq L < 425$	11	22
$425 \leq L < 450$	12	24
$450 \leq L < 475$	12	26
$475 \leq L < 500$	12	28
$L \geq 500$	12	Limitato dalla lunghezza d'esodo

Tabella S.4-4: Massimo numero di sedili fissi per fila del settore

Massimo numero di sedili per fila	
Per uscita monodirezionale	Per uscita bidirezionale
5	10

Tabella S.4-5: Massimo numero di sedili mobili per fila del settore

A che punto siamo?



Dati di ingresso

- Profilo di rischio **R_{vita}** di riferimento
- **Affollamento:**
 - ▶ Da tabella
 - ▶ Da regola tecnica verticale
 - ▶ Riferito a norme o documenti tecnici
 - ▶ Dichiarato dal responsabile:
affollamento e densità d'affollamento

* il più gravoso



* di organismi riconosciuti

* Che il responsabile si impegna a rispettare
In ogni condizione
d'esercizio



Dati di ingresso

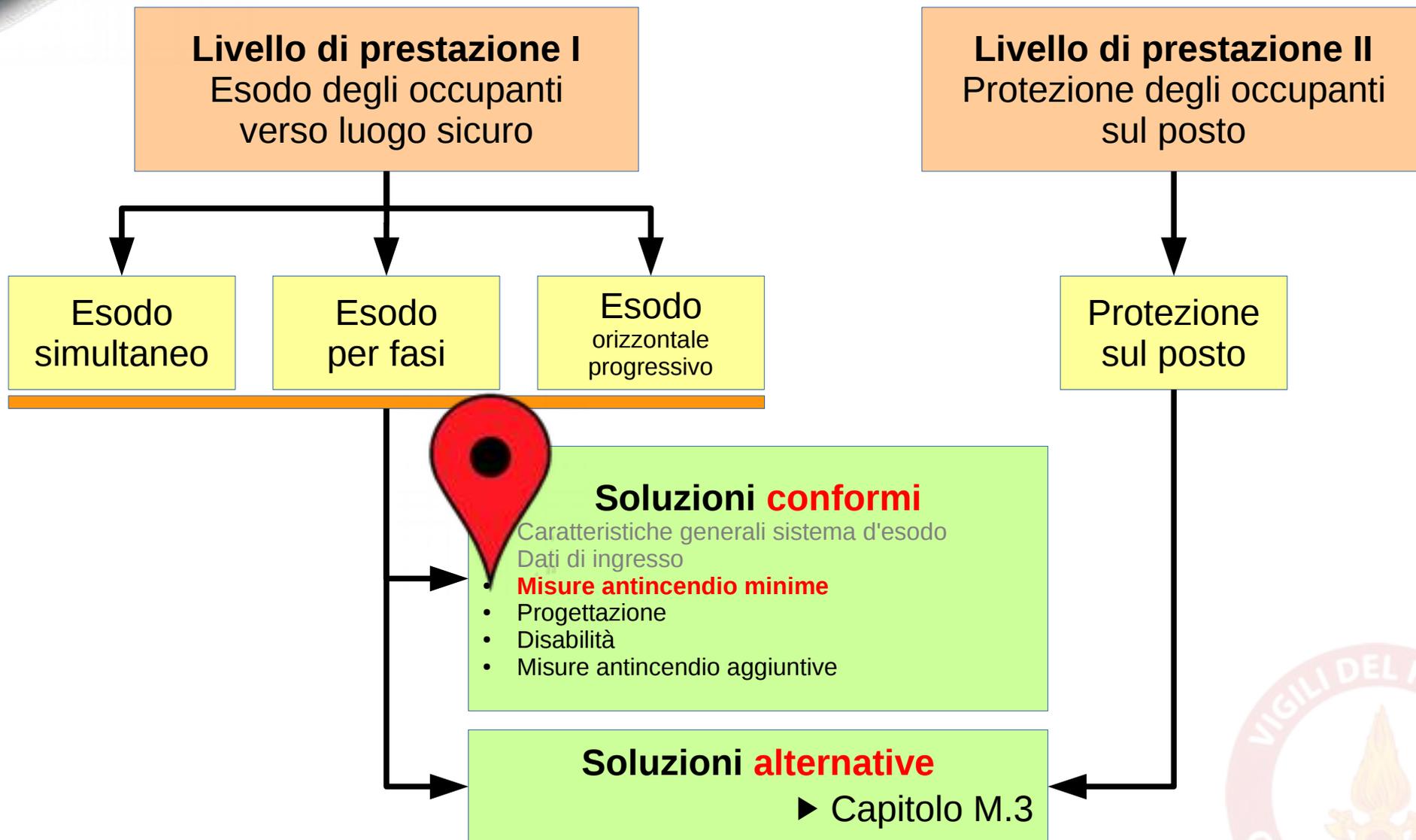
Affollamento specifico

Tipologia di attività	Densità di affollamento o criteri
Luoghi di pubblico spettacolo senza posti a sedere	1,2 persone/m ²
Aree per mostre, esposizioni, manifestazioni varie di intrattenimento a carattere temporaneo	
Aree adibite a ristorazione	0,7 persone/m ²
Aree adibite ad attività scolastica e laboratori (senza posti a sedere)	0,4 persone/m ²
Sale d'attesa	
Uffici aperti al pubblico	
Aree di vendita di <i>piccole</i> attività commerciali al dettaglio con settore alimentare o misto	0,2 persone/m ²
Aree di vendita di <i>medie</i> e <i>grandi</i> attività commerciali al dettaglio con settore alimentare o misto	
Aree di vendita di attività commerciali al dettaglio senza settore alimentare	
Sale di lettura di biblioteche, archivi	0,1 persone/m ²
Ambulatori	
Uffici non aperti al pubblico	
Aree di vendita di attività commerciali all'ingrosso	
Aree di vendita di <i>piccole</i> attività commerciali al dettaglio con specifica gamma merceologica non alimentare	0,05 persone/m ²
Civile abitazione	
Autorimesse	2 persone per veicolo parchato
Degenza	1 degente e 2 accompagnatori per posto letto
Aree con posti a sedere o posti letto (es. sale riunioni, aule scolastiche, dormitori, ...)	Numero posti
Altre attività	Numero massimo presenti (addetti + pubblico)



Tabella S.4-6: Affollamento specifico o criteri per tipologia di attività

A che punto siamo?





Misure antincendio **minime**

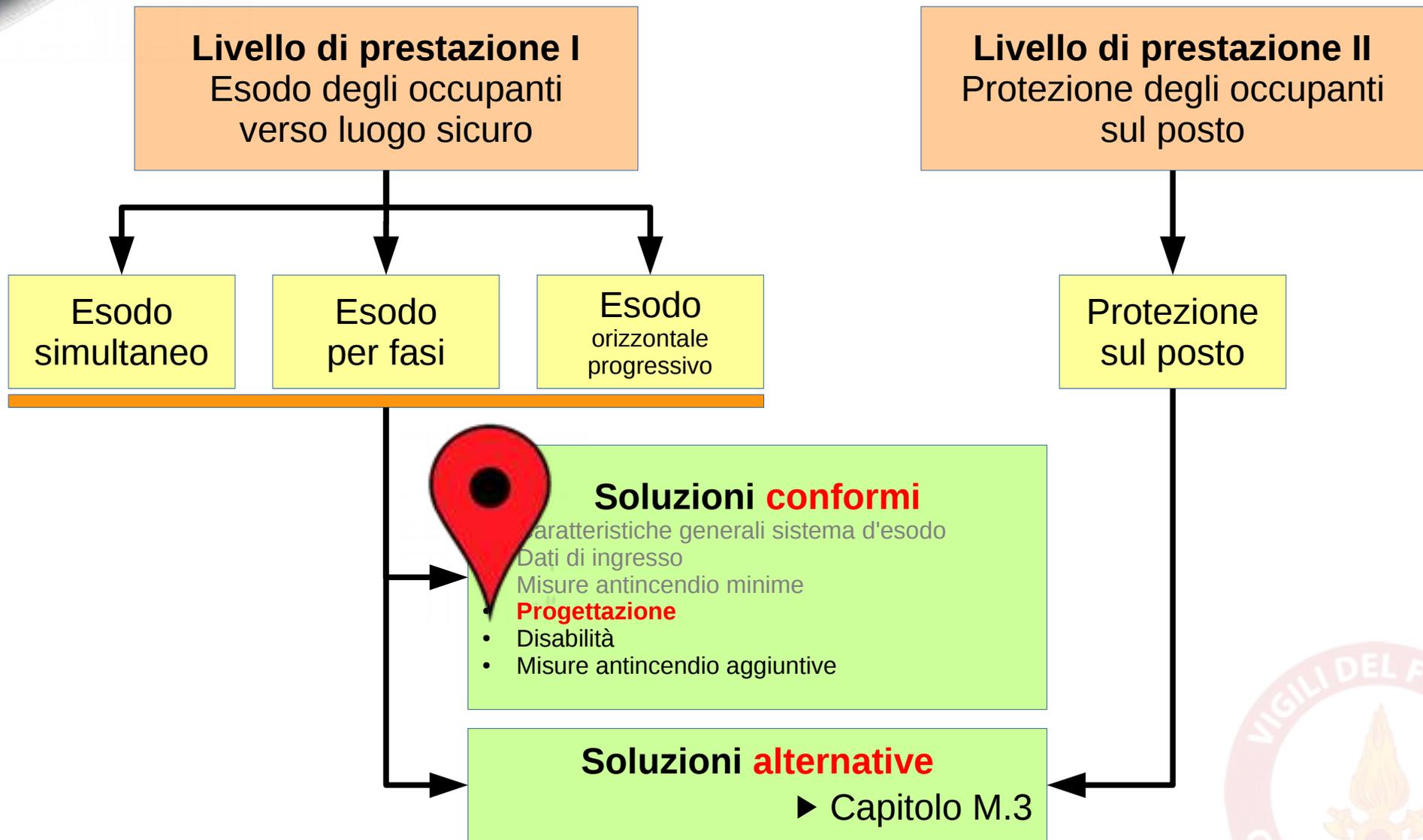
- In **generale**:
 - ▶ Scale protette con chiusure E30-S_a
 - ▶ Scale a prova di fumo per R_{vita} in D1, D2
- Se **esodo simultaneo**:
 - ▶ Ammessa scala aperta con eventuali requisiti aggiuntivi
- Se **esodo per fasi**, requisiti aggiuntivi:
 - ▶ Scala a prova di fumo
 - ▶ Rivelazione ed allarme
 - ▶ GSA di prestazione superiore
 - ▶ Compartimentazione per piano ed a prova di fumo

R _{vita}	Requisiti aggiuntivi
A1, B1, Ci1, Ci2, Ci3	Nessun requisito aggiuntivo
A2, B2	L'attività sia sorvegliata da IRAI (Capitolo S.7) con livello di prestazione III.
Cii1, Cii2, Ciii1, Ciii2	L'attività sia sorvegliata da IRAI (Capitolo S.7) con livello di prestazione IV. Tutti i locali dove gli occupanti possono dormire siano compartimentati con classe determinata secondo il capitolo S.2, comunque non inferiore a 30 e con chiusure dei vani di comunicazione E 30-S _a .

Tabella S.4-7: Requisiti aggiuntivi per l'uso di scale d'esodo aperte



A che punto siamo?



A che punto siamo?



Progettazione

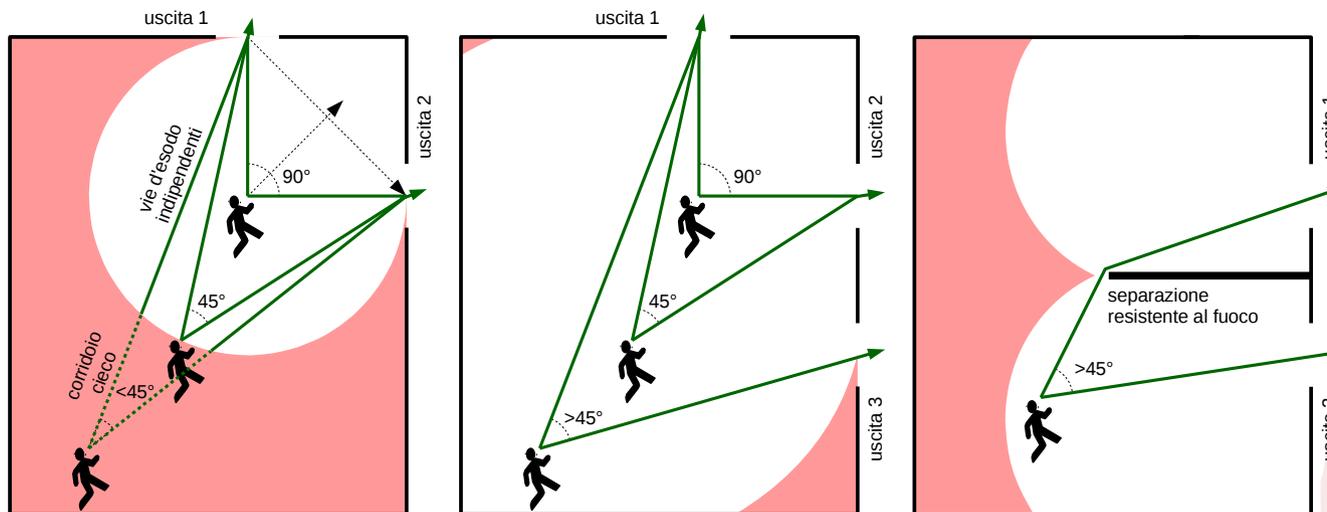
- **Vie d'esodo indipendenti e numero minimo**
- Lunghezza d'esodo e dei corridoi ciechi
- Vie d'esodo orizzontali
- Vie d'esodo verticali
 - ▶ Esodo simultaneo
 - ▶ Esodo per fasi
- Uscite finali

Vie d'esodo indipendenti



Ipotesi fondamentale Codice:
un solo incendio alla volta!

- Vie d'esodo **indipendenti**:
minimizzata la probabilità che possano essere contemporaneamente rese **indisponibili** dall'incendio.
- Vie d'esodo **verticali** indipendenti: in compartimenti distinti
- Vie d'esodo **orizzontali** indipendenti:



Vie d'esodo indipendenti

Esempi

<p>uscita 1</p> <p>uscita 2</p> <p>Compartimento 1 Compartimento 2 Compartimento 3</p>	<p>Ciascun compartimento ha due vie d'esodo <i>indipendenti</i>.</p>
<p>uscita 1</p> <p>uscita 2</p> <p>corridoio cieco</p> <p>>45°</p> <p>Compartimento 1 Compartimento 2 Compartimento 3</p>	<p>Ciascuno dei compartimenti 1 e 2 ha due vie d'esodo <i>indipendenti</i>. Nel primo tratto, il compartimento 3 ha una sola via d'esodo che determina un <i>corridoio cieco</i>.</p>
<p>uscita 1</p> <p>corridoio cieco</p> <p>Compartimento 1 Compartimento 2a Comp. 3</p>	<p>I compartimenti 1, 2a, 2b, 3 hanno una sola via d'esodo in <i>corridoio cieco</i>. Infatti i due percorsi possono essere resi contemporaneamente indisponibili dagli effetti di incendio nel compartimento 1.</p>
<p>uscita 1</p> <p>uscita 2</p> <p>>45°</p> <p>>45°</p> <p>Compartimento 1 Compartimento 2a Compartimento 2b Comp. 3</p>	<p>Ciascun compartimento ha due vie d'esodo <i>indipendenti</i>. Ad esempio, dal compartimento 2b gli occupanti possono dirigersi: verso l'uscita 1 per il compartimento 1, verso l'uscita 2 per i compartimenti 3, 2a e 1.</p>

Tabella S.4-9: Esempi di vie d'esodo da compartimenti: viste in pianta e descrizione



Vie d'esodo indipendenti

Numero minimo

Da ciascun edificio, compartimento, piano, soppalco, locale, ...

R_{vita}	Affollamento	Numero minimo
Qualsiasi	≤ 50 occupanti	1 [1]
A1, A2, Ci1, Ci2, Ci3	≤ 100 occupanti	
Qualsiasi	≤ 500 occupanti	2
	≤ 1000 occupanti	3
	> 1000 occupanti	4

[1] Sia comunque rispettata la massima lunghezza del *corridoio cieco* di cui al paragrafo S.4.8.2

Tabella S.4-8: Numero minimo di vie d'esodo indipendenti



Pro-memoria!



A che punto siamo?



Progettazione

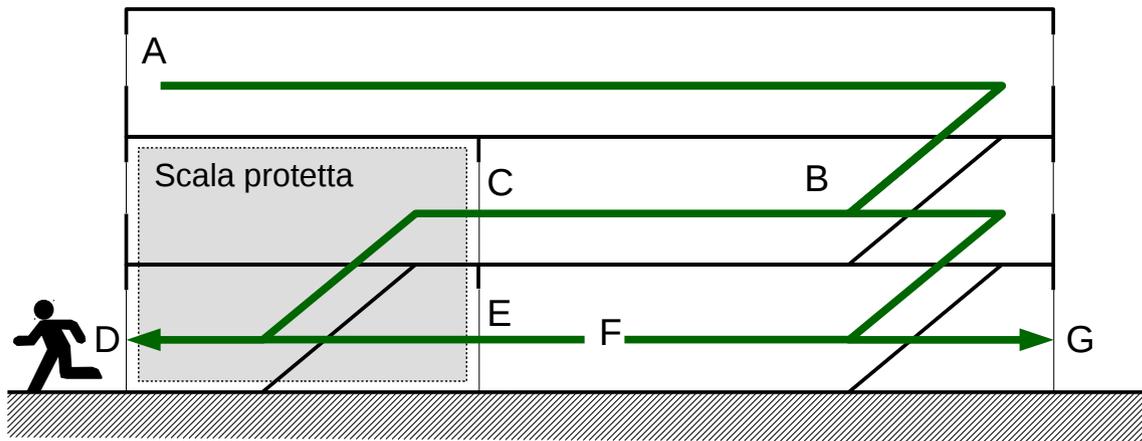
Vie d'esodo indipendenti e numero minimo

- **Lunghezza d'esodo e dei corridoi ciechi**
- Vie d'esodo orizzontali
- Vie d'esodo verticali
 - Esodo simultaneo
 - Esodo per fasi
- Uscite finali

Lunghezza d'esodo e dei corridoi ciechi di riferimento



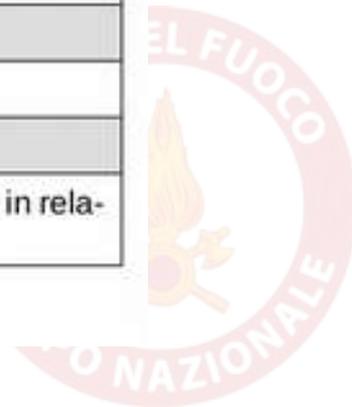
In assenza di misure aggiuntive



R_{vita}	Max lunghezza d'esodo L_{es} [m]	Max lunghezza corrid. cieco L_{cc} [m]	R_{vita}	Max lunghezza d'esodo L_{es} [m]	Max lunghezza corrid. cieco L_{cc} [m]
A1	70	30	B1, E1	60	25
A2	60	25	B2, E2	50	20
A3	45	20	B3, E3	40	15
A4	30	15	C1	40	20
D1	30	15	C2	30	15
D2	20	10	C3	20	10

I valori delle massime lunghezze d'esodo e dei corridoi ciechi di riferimento possono essere incrementati in relazione a misure antincendio aggiuntive secondo la metodologia di cui al paragrafo S.4.10.

Tabella S.4-10: Massime lunghezze d'esodo e di corridoio cieco di riferimento



Lunghezza d'esodo
e dei corridoi ciechi

Esempio

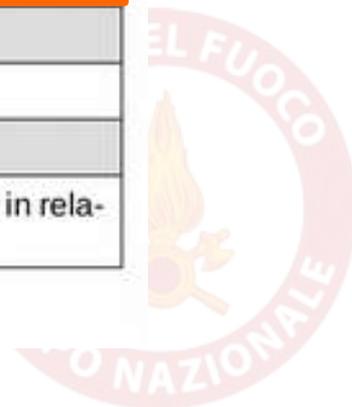
- Compartimento con $R_{vita} = B3$
- Deve essere:
 - ▶ Almeno una delle lunghezze d'esodo da ogni punto non superiore a **40 m**.
 - ▶ Non ammessi corridoi ciechi di lunghezza superiore a **15 m**.

a meno di **misure antincendio aggiuntive**.

R_{vita}	Max lunghezza d'esodo L_{es} [m]	Max lunghezza corrid. cieco L_{cc} [m]	R_{vita}	Max lunghezza d'esodo L_{es} [m]	Max lunghezza corrid. cieco L_{cc} [m]
A1	70	30	B1, E1	60	25
A2	60	25	B2, E2	50	20
A3	45	20	B3, E3	40	15
A4	30	15	C1	40	20
D1	30	15	C2	30	15
D2	20	10	C3	20	10

I valori delle massime lunghezze d'esodo e dei corridoi ciechi di riferimento possono essere incrementati in relazione a *misure antincendio aggiuntive* secondo la metodologia di cui al paragrafo S.4.10.

Tabella S.4-10: Massime lunghezze d'esodo e di corridoio cieco di riferimento



A che punto siamo?



Progettazione

- Vie d'esodo indipendenti e numero minimo
- Lunghezza d'esodo e dei corridoi ciechi
- **Vie d'esodo orizzontali**
- Vie d'esodo verticali
 - ▶ Esodo simultaneo
 - ▶ Esodo per fasi
- Uscite finali

Vie d'esodo orizzontali

Larghezze minime

$$L_o = L_u \cdot n_o$$

con:

L_o larghezza minima della via d'esodo orizzontale [mm]

L_u larghezza unitaria [mm/persona]

n_o numero degli occupanti

R_{vita}	Larghezza unitaria [mm/persona]	R_{vita}	Larghezza unitaria [mm/persona]
A1	3,40	B1, C1, E1	3,60
A2	3,80	B2, C2, D1, E2	4,10
A3	4,60	B3, C3, D2, E3	6,20
A4	12,30	-	-

Tabella S.4-11: Larghezze unitarie per vie d'esodo orizzontali



Vie d'esodo orizzontali

Larghezze minime*

Troppo
nell'esistente?
C'è la soluzione
alternativa.

- L_0 può essere **suddivisa** tra più percorsi.
- Larghezze minime di ciascun percorso:
 - ▶ non inferiore a **900 mm**, per consentire l'esodo anche ad occupanti che impiegano ausili per il movimento.
 - ▶ più di due uscite, almeno una non inferiore a:
1200 mm
 - ▶ porte di locali con affollamento non superiore a 10 persone: **800 mm** * Compatibile con ISO 21542
 - ▶ ove vi sia esclusiva presenza occasionale e di breve durata di personale addetto: **600 mm**



Vie d'esodo orizzontali

Esempio

- Compartimento con $R_{vita} = B3$
- Via d'esodo orizzontale di larghezza 1200 mm evacua:

1200 mm / 6,20 mm/p = **193 persone**
a meno della **verifica di ridondanza**

R_{vita}	Larghezza unitaria [mm/persona]	R_{vita}	Larghezza unitaria [mm/persona]
A1	3,40	B1, C1, E1	3,60
A2	3,80	B2, C2, D1, E2	4,10
A3	4,60	B3, C3, D2, E3	6,20
A4	12,30	-	-

Tabella S.4-11: Larghezze unitarie per vie d'esodo orizzontali



Vie d'esodo orizzontali

Verifica di ridondanza

- L'incendio rende **indisponibile** una via d'esodo.
- Si rende indisponibile una via d'esodo alla volta e si **verifica** che le restanti vie d'esodo indipendenti siano **sufficienti**.
- Vie d'esodo **a prova di fumo** o **esterne** considerate sempre disponibili.
- Vie d'esodo **non indipendenti** tra loro contemporaneamente indisponibili.
- Non necessaria **ulteriore verifica** lunghezze d'esodo e corridoi ciechi.



Vie d'esodo orizzontali

Esempio con ridondanza

- Compartimento con $R_{vita} = B3$
- Tre vie d'esodo orizzontali indipendenti rispettivamente di larghezza 1200 mm, 1100 mm e 1000 mm.
- Possono evacuare:
 $(1100 \text{ mm} + 1000 \text{ mm}) / 6,20 \text{ mm/p} = \mathbf{338 \text{ persone}}$
 avendo considerata **indisponibile** la via d'esodo da 1200 mm.

R_{vita}	Larghezza unitaria [mm/persona]	R_{vita}	Larghezza unitaria [mm/persona]
A1	3,40	B1, C1, E1	3,60
A2	3,80	B2, C2, D1, E2	4,10
A3	4,60	B3, C3, D2, E3	6,20
A4	12,30	-	-

Tabella S.4-11: Larghezze unitarie per vie d'esodo orizzontali



A che punto siamo?



Progettazione

- Vie d'esodo indipendenti e numero minimo
- Lunghezza d'esodo e dei corridoi ciechi
- Vie d'esodo orizzontali
- **Vie d'esodo verticali**
 - ▶ **Esodo simultaneo**
 - ▶ **Esodo per fasi**
- Uscite finali

Vie d'esodo verticali

Larghezze minime, esodo **simultaneo**

$$L_V = L_U \cdot n_V$$

evacuazione contemporanea
di **tutti** gli occupanti da **tutti** i piani

con:

L_V larghezza minima [mm]

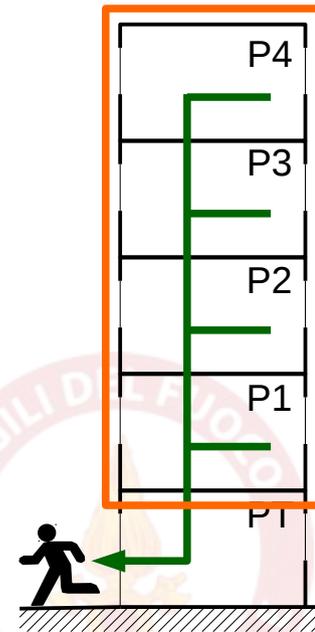
L_U larghezza unitaria [mm/persona]

n_V numero totale degli occupanti provenienti da **tutti** i piani serviti.

R_{vita}	Numero totale dei piani serviti dalla via d'esodo verticale									
	1	2 [F]	3	4	5	6	7	8	9	> 9
A1	4,00	3,60	3,25	3,00	2,75	2,55	2,40	2,25	2,10	2,00
B1, C1, E1	4,25	3,80	3,40	3,10	2,85	2,65	2,45	2,30	2,15	2,05
A2	4,55	4,00	3,60	3,25	3,00	2,75	2,55	2,40	2,25	2,10
B2, C2, D1, E2	4,90	4,30	3,80	3,45	3,15	2,90	2,65	2,50	2,30	2,15
A3	5,50	4,75	4,20	3,75	3,35	3,10	2,85	2,60	2,45	2,30
B3, C3, D2, E3	7,30	6,40	5,70	5,15	4,70	4,30	4,00	3,70	3,45	3,25
A4	14,60	11,40	9,35	7,95	6,90	6,10	5,45	4,95	4,50	4,15

I valori delle larghezze unitarie devono essere incrementati secondo le indicazioni della tabella S.4-13 in relazione all'alzata ed alla pedata dei gradini, alla tipologia di scala.
[F] impiegato anche nell'esodo per fasi

Tabella S 4-12: Larghezza unitaria per vie di esodo verticali in mm/persona



Vie d'esodo verticali

Esempio

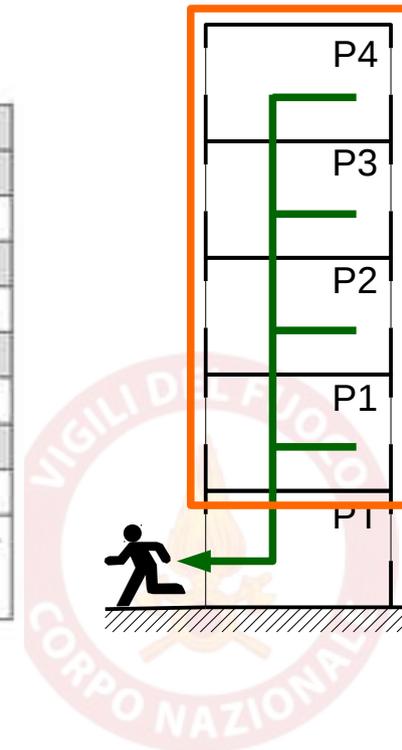
- Edificio di cinque piani fuori terra
- $R_{vita} = B3$
- Dal piano a quota 0 direttamente verso l'esterno
- Via d'esodo verticale da 1200 mm per i quattro piani superiori evacua **simultaneamente**:

1200 mm / 5,15 mm/p = **233 persone** distribuite nei quattro piani, a meno della **verifica di ridondanza**

R_{vita}	Numero totale dei piani serviti dalla via d'esodo verticale									
	1	2 [F]	3	4	5	6	7	8	9	> 9
A1	4,00	3,60	3,25	3,00	2,75	2,55	2,40	2,25	2,10	2,00
B1, C1, E1	4,25	3,80	3,40	3,10	2,85	2,65	2,45	2,30	2,15	2,05
A2	4,55	4,00	3,60	3,25	3,00	2,75	2,55	2,40	2,25	2,10
B2, C2, D1, E2	4,90	4,30	3,80	3,45	3,15	2,90	2,65	2,50	2,30	2,15
A3	5,50	4,75	4,20	3,75	3,35	3,10	2,85	2,60	2,45	2,30
B3, C3, D2, E3	7,30	6,40	5,70	5,15	4,70	4,30	4,00	3,70	3,45	3,25
A4	14,60	11,40	9,35	7,95	6,90	6,10	5,45	4,95	4,50	4,15

I valori delle larghezze unitarie devono essere incrementati secondo le indicazioni della tabella S.4-13 in relazione all'alzata ed alla pedata dei gradini, alla tipologia di scala.
[F] impiegato anche nell'esodo per fasi

Tabella S 4-12: Larghezza unitaria per vie di esodo verticali in mm/persona



Vie d'esodo verticali

Larghezze minime, esodo per fasi

$$L_V = L_U \cdot n_V$$

evacuazione degli occupanti dei piani durante **ciascuna fase**

con:

L_V larghezza minima [mm]

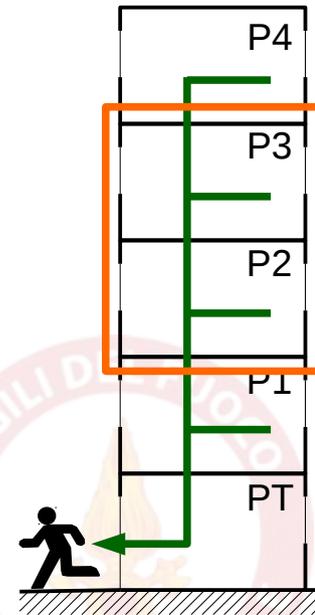
L_U larghezza unitaria [mm/persona]

n_V numero tot occupanti provenienti da **2** dei piani serviti, anche **non consecutivi** con **maggiore affollamento**

R_{vita}	Numero totale dei piani serviti dalla via d'esodo verticale									
	1	2 [F]	3	4	5	6	7	8	9	> 9
A1	4,00	3,60	3,25	3,00	2,75	2,55	2,40	2,25	2,10	2,00
B1, C1, E1	4,25	3,80	3,40	3,10	2,85	2,65	2,45	2,30	2,15	2,05
A2	4,55	4,00	3,60	3,25	3,00	2,75	2,55	2,40	2,25	2,10
B2, C2, D1, E2	4,90	4,30	3,80	3,45	3,15	2,90	2,65	2,50	2,30	2,15
A3	5,50	4,75	4,20	3,75	3,35	3,10	2,85	2,60	2,45	2,30
B3, C3, D2, E3	7,30	6,40	5,70	5,15	4,70	4,30	4,00	3,70	3,45	3,25
A4	14,60	11,40	9,35	7,95	6,90	6,10	5,45	4,95	4,50	4,15

I valori delle larghezze unitarie devono essere incrementati secondo le indicazioni della tabella S.4-13 in relazione all'alzata ed alla pedata dei gradini, alla tipologia di scala.
[F] Impiegato anche nell'esodo per fasi

Tabella S 4-12: Larghezza unitaria per vie di esodo verticali in mm/persona



Vie d'esodo verticali

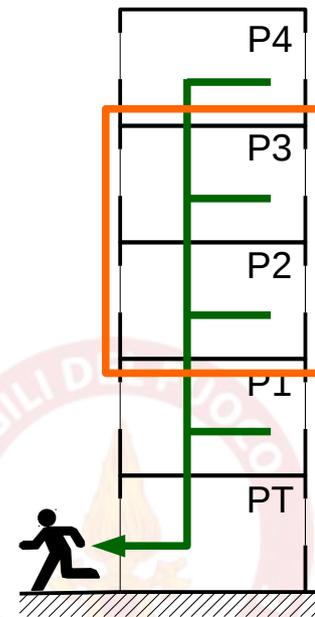
Esempio

- Edificio di cinque piani fuori terra
- $R_{vita} = B3$
- Dal piano a quota 0 esodo direttamente verso l'esterno
- Via d'esodo verticale da 1200 mm per i quattro piani superiori può evacuare **per fasi**:
 $1200 \text{ mm} / 6,40 \text{ mm/p} = \mathbf{187 \text{ persone}}$ nei due piani aventi maggiore affollamento.
 $187 \text{ p} / 2 \text{ piani max affoll.} \cdot 4 \text{ piani tot.} = \mathbf{372 \text{ persone}}$
 equamente distribuite nei quattro piani totali, ovvero max 93 persone per piano a meno della **verifica di ridondanza**.

R_{vita}	Numero totale dei piani serviti dalla via d'esodo verticale									
	1	2 [F]	3	4	5	6	7	8	9	> 9
A1	4,00	3,60	3,25	3,00	2,75	2,55	2,40	2,25	2,10	2,00
B1, C1, E1	4,25	3,80	3,40	3,10	2,85	2,65	2,45	2,30	2,15	2,05
A2	4,55	4,00	3,60	3,25	3,00	2,75	2,55	2,40	2,25	2,10
B2, C2, D1, E2	4,90	4,30	3,80	3,45	3,15	2,90	2,65	2,50	2,30	2,15
A3	5,50	4,75	4,20	3,75	3,35	3,10	2,85	2,60	2,45	2,30
B3, C3, D2, E3	7,30	6,40	5,70	5,15	4,70	4,30	4,00	3,70	3,45	3,25
A4	14,60	11,40	9,35	7,95	6,90	6,10	5,45	4,95	4,50	4,15

I valori delle larghezze unitarie devono essere incrementati secondo le indicazioni della tabella S.4-13 in relazione all'alzata ed alla pedata dei gradini, alla tipologia di scala.
 [F] Impiegato anche nell'esodo per fasi

Tabella S 4-12: Larghezza unitaria per vie di esodo verticali in mm/persona



Vie d'esodo verticali

Larghezze minime

- L_v può essere suddivisa tra più percorsi.
- Larghezze minime di ciascun percorso:
 - ▶ non inferiore a **1200 mm**.
 - ▶ ove vi sia esclusiva presenza occasionale e di breve durata di personale addetto: **600 mm**



Troppo
nell'esistente?
C'è la soluzione
alternativa.



Vie d'esodo verticali

Gradini

R_{vita}	Numero totale dei piani serviti dalla via d'esodo verticale									
	1	2 [F]	3	4	5	6	7	8	9	> 9
A1	4,00	3,60	3,25	3,00	2,75	2,55	2,40	2,25	2,10	2,00
B1, C1, E1	4,25	3,80	3,40	3,10	2,85	2,65	2,45	2,30	2,15	2,05
A2	4,55	4,00	3,60	3,25	3,00	2,75	2,55	2,40	2,25	2,10
B2, C2, D1, E2	4,90	4,30	3,80	3,45	3,15	2,90	2,65	2,50	2,30	2,15
A3	5,50	4,75	4,20	3,75	3,35	3,10	2,85	2,60	2,45	2,30
B3, C3, D2, E3	7,30	6,40	5,70	5,15	4,70	4,30	4,00	3,70	3,45	3,25
A4	14,60	11,40	9,35	7,95	6,90	6,10	5,45	4,95	4,50	4,15

I valori delle larghezze unitarie devono essere incrementati secondo le indicazioni della tabella S.4-13 in relazione all'alzata ed alla pedata dei gradini, alla tipologia di scala.

[F] impiegato anche nell'esodo per fasi

Tabella S 4-12: Larghezza unitaria per vie di esodo verticali in mm/persona



Alzata gradini	Pedata gradini		
	$p \geq 30$ cm	25 cm $\leq p < 30$ cm	22 cm $\leq p < 25$ cm
$a \leq 17$ cm	0%	+ 10 %	+25% [1]
17 cm $< a \leq 18$ cm	+5%	+ 15 %	+50% [1]
18 cm $< a \leq 19$ cm	+ 15%	+ 25 %	+100% [1]
19 cm $< a \leq 22$ cm	+25% [1]	+100% [1]	+200% [1]

-Non sono ammessi gradini con pedata < 22 cm o alzata > 22 cm.
 -Sono ammessi gradini a ventaglio: la pedata è misurata a 300 mm dal lato interno del passaggio utile, la larghezza minima della scala d'esodo deve essere aumentata di 300 mm.
 [1] Queste combinazioni sono ammesse solo a seguito di specifica valutazione del rischio

Tabella S.4-13: Incremento larghezza unitaria delle scale d'esodo in relazione ai gradini



Vie d'esodo verticali

Verifica di ridondanza

- L'incendio rende **indisponibile** una via d'esodo.
- Si rende indisponibile una via d'esodo alla volta e si **verifica** che le restanti vie d'esodo indipendenti siano **sufficienti**.
- Vie d'esodo **a prova di fumo** o **esterne** considerate sempre disponibili.
- Vie d'esodo **non indipendenti** tra loro contemporaneamente indisponibili.
- Non necessaria **ulteriore verifica** lunghezze d'esodo e corridoi ciechi.



Vie d'esodo verticali

Esempio con ridondanza [1/2]

- Edificio di cinque piani fuori terra
- $R_{vita} = B3$
- Dal piano a quota 0 esodo direttamente verso l'esterno
- Tre vie d'esodo verticali indipendenti al servizio dei quattro piani superiori, rispettivamente di larghezza 1200 mm, 1100 mm e 1000 mm possono evacuare:

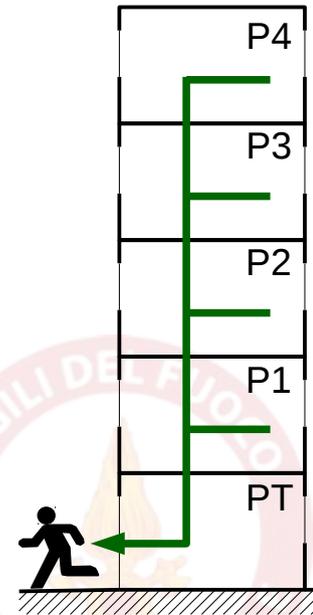
- ▶ **simultaneamente:**

$(1100 \text{ mm} + 1000 \text{ mm}) / 5,15 \text{ mm/p} = \mathbf{407 \text{ persone}}$
distribuite nei quattro piani

- ▶ **per fasi:**

$(1100 \text{ mm} + 1000 \text{ mm}) / 6,40 \text{ mm/p} = \mathbf{328 \text{ persone}}$
nei due piani aventi maggiore affollamento, cioè un totale massimo di:
 $328 \text{ p} / 2 \text{ piani max affollamento} \cdot 4 \text{ piani totali} = \mathbf{656 \text{ persone}}$
equamente distribuite nei quattro piani,
ovvero max 164 persone per piano;

avendo considerata **indisponibile** la via d'esodo da 1200 mm.



Vie d'esodo verticali

Esempio con ridondanza [2/2]

- Edificio di sette piani fuori terra
- $R_{vita} = B3$
- Dal piano a quota 0 (piano 0) esodo direttamente verso l'esterno
- Ai piani 1, 2, 3: max 100 occupanti per piano
- Ai piani 4, 5, 6: max 60 occupanti per piano
- Previste due vie d'esodo verticali indipendenti al servizio dei sei piani superiori.
- Scale a **larghezza variabile**: più **strette** ai piani 4, 5, 6.
- Se si sceglie la procedura d'esodo **simultaneo**:

Scala piani 4, 5 e 6: $L_v = L_u \cdot n_v = 5,70 \text{ mm/p} \cdot 60 \text{ p} \cdot 3 \text{ piani} = 1026 \text{ mm}$

Per ridondanza e rispetto dei minimi, ciascuna almeno **1200 mm**.

Scala piani 1, 2 e 3: $L_v = L_u \cdot n_v = 5,70 \text{ mm/p} \cdot (100 \text{ p} \cdot 3 \text{ piani} + 60 \text{ p} \cdot 3 \text{ piani}) = 2736 \text{ mm}$

Per ridondanza e rispetto dei minimi, ciascuna almeno **2736 mm**.

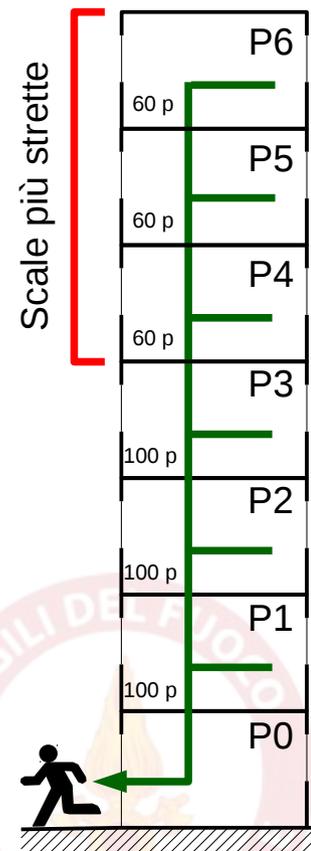
- Se si sceglie la procedura d'esodo per **fasi**:

Scala piani 4, 5 e 6: $L_v = L_u \cdot n_v = 6,40 \text{ mm/p} \cdot 60 \text{ p} \cdot 2 \text{ piani max affollamento} = 768 \text{ mm}$

Per ridondanza e rispetto dei minimi, ciascuna almeno **1200 mm**.

Scala piani 1, 2 e 3: $L_v = L_u \cdot n_v = 6,40 \text{ mm/p} \cdot 100 \text{ p} \cdot 2 \text{ piani max affollamento} = 1280 \text{ mm}$

Per ridondanza e rispetto dei minimi, ciascuna almeno **1280 mm**



A che punto siamo?



Progettazione

- Vie d'esodo indipendenti e numero minimo
- Lunghezza d'esodo e dei corridoi ciechi
- Vie d'esodo orizzontali
- Vie d'esodo verticali
 - ▶ Esodo simultaneo
 - ▶ Esodo per fasi
- **Uscite finali**

Uscite finali

Larghezze minime

$$L_F = \sum_i L_{O,i} + \sum_j L_{V,j}$$

con:

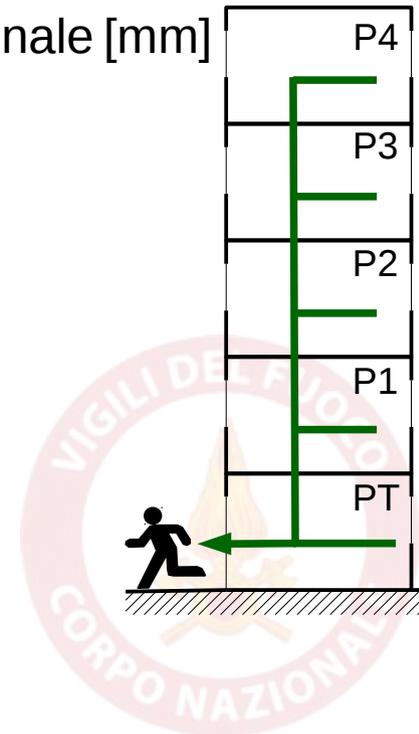
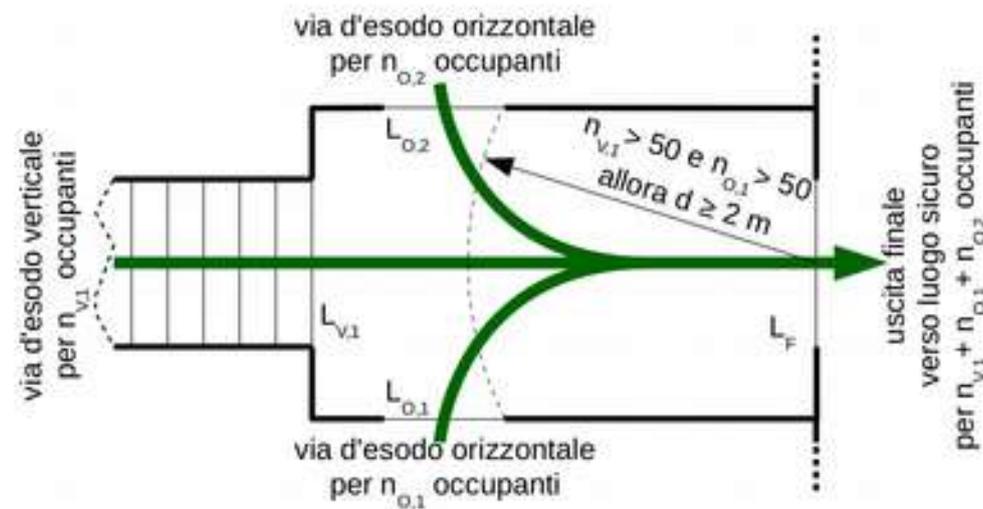
L_F larghezza minima dell'uscita finale [mm]

$L_{O,i}$ larghezza della i-esima via d'esodo orizzontale che adduce all'uscita finale [mm]

$L_{V,j}$ larghezza della j-esima via d'esodo verticale che adduce all'uscita finale [mm]



Per ciascuna delle
uscite finali



Uscite finali

Larghezze minime

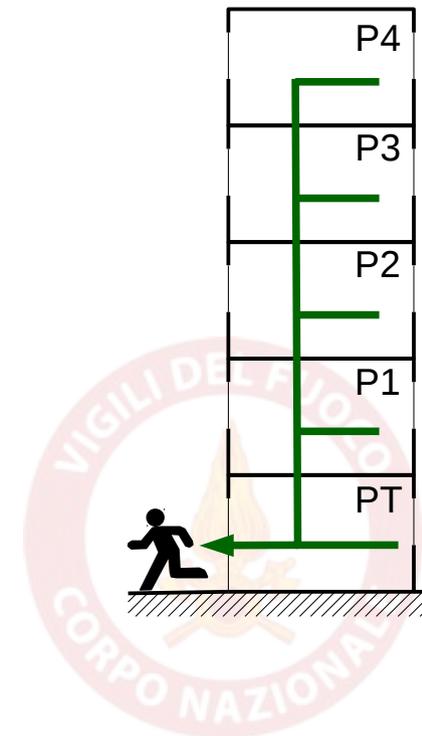
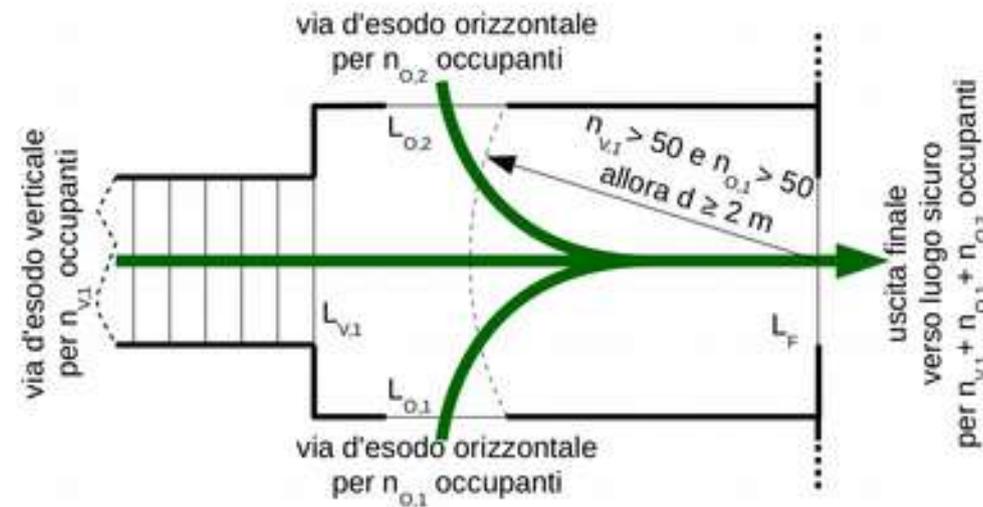
- L_F può essere **suddivisa** tra più varchi.
- Larghezze minime di ciascun varco:
 - ▶ non inferiore a **900 mm**, per consentire l'esodo anche ad occupanti che impiegano ausili per il movimento;
 - ▶ uscite finali di locali impiegate da meno di 10 persone: **800 mm**
 - ▶ ove vi sia esclusiva presenza occasionale e di breve durata di personale addetto: **600 mm**



Uscite finali

Convergenza di flussi

- La **convergenza** dei flussi di occupanti verso l'uscita finale non deve essere **ostacolata** (es. da arredi fissi o mobili, ...).
- Se **almeno due** delle vie d'esodo convergenti siano impiegate da più di **50 occupanti** ciascuna, allora distanza in pianta tra l'uscita finale e lo sbarco di tutte le vie d'esodo non inferiore a **2 m**.



Uscite finali

Esempio

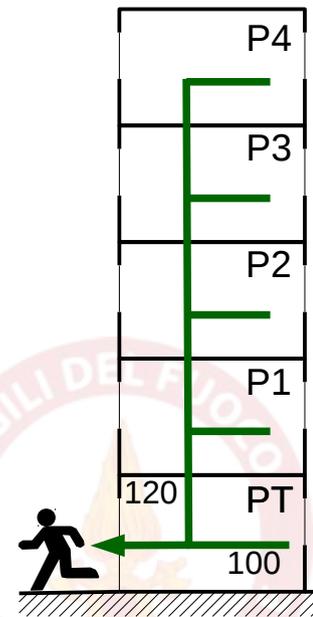
- Edificio di cinque piani
- $R_{vita} = B3$
- Uscita finale verso cui convergono senza ostacoli una **via d'esodo orizzontale** ed una **verticale** impiegate da 100 e 120 occupanti.

- La larghezza dell'uscita finale L_F è:

$$L_F = 6,20 \text{ mm/p} \cdot 100 \text{ p} + 5,15 \text{ mm/p} \cdot 120 \text{ p} =$$

1238 mm

- L_F può essere suddivisa in due varchi da **900 mm**.



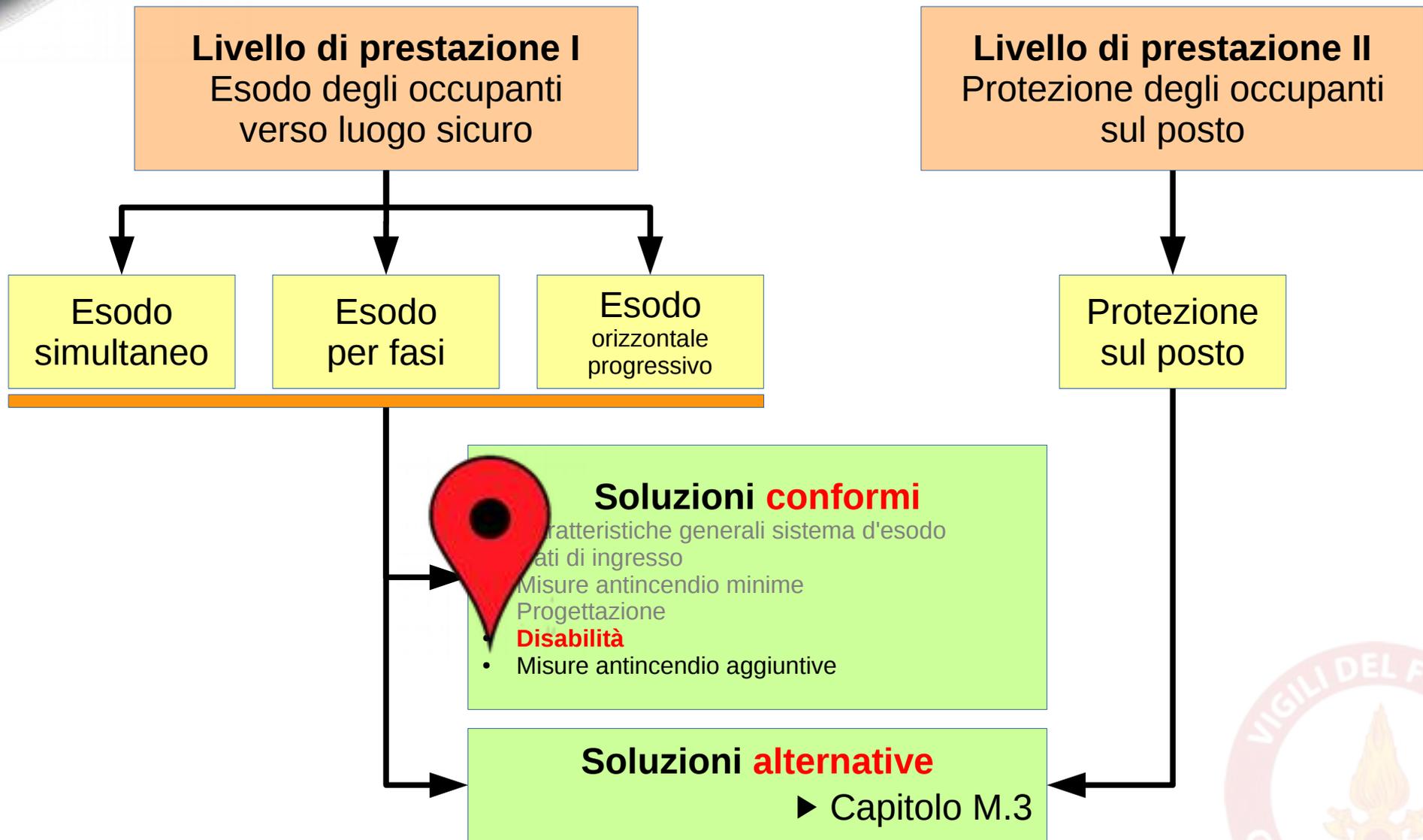
A che punto siamo?



Progettazione

- Vie d'esodo indipendenti e numero minimo
- Lunghezza d'esodo e dei corridoi ciechi
- Vie d'esodo orizzontali
- Vie d'esodo verticali
 - Esodo simultaneo
 - Esodo per fasi
- Uscite finali

A che punto siamo?



Esodo in presenza di disabilità

- Si può applicare **ISO 21542** "*Building construction – Accessibility and usability of the built environment*".
- In tutti i piani con **occupanti che non abbiano sufficienti abilità per raggiungere autonomamente un luogo sicuro tramite vie d'esodo verticali**, prevedere alternativam.:
 - ▶ **spazi calmi**;
 - ▶ **esodo orizzontale progressivo**.
- Per $R_{vita} = D1, D2$:
 - ▶ ascensore antincendio
 - ▶ adeguate dimensioni delle vie d'esodo (es. letti, barelle)



**Del tutto generale,
vale per tutte le attività!**



Esodo in presenza di disabilità

Spazio calmo [1/2]

- **Luogo sicuro temporaneo** ove gli occupanti possono attendere assistenza per completare l'esodo verso luogo sicuro
- **Caratteristiche:**
 - ▶ dimensioni adeguate
 - ▶ un sistema di comunicazione bidirezionale
 - ▶ indicazioni sui comportamenti in attesa di assistenza
 - ▶ attrezzature per facilitare l'evacuazione (evac-chair).



Tipologia	Superficie minima per occupante
Occupante deambulante	0,70 m ² /persona
Occupante non deambulante	2,25 m ² /persona

Le superfici lorde minime devono includere gli spazi di manovra necessari per l'utilizzo di eventuali ausili per il movimento (es. letto, sedia a ruote, ...).

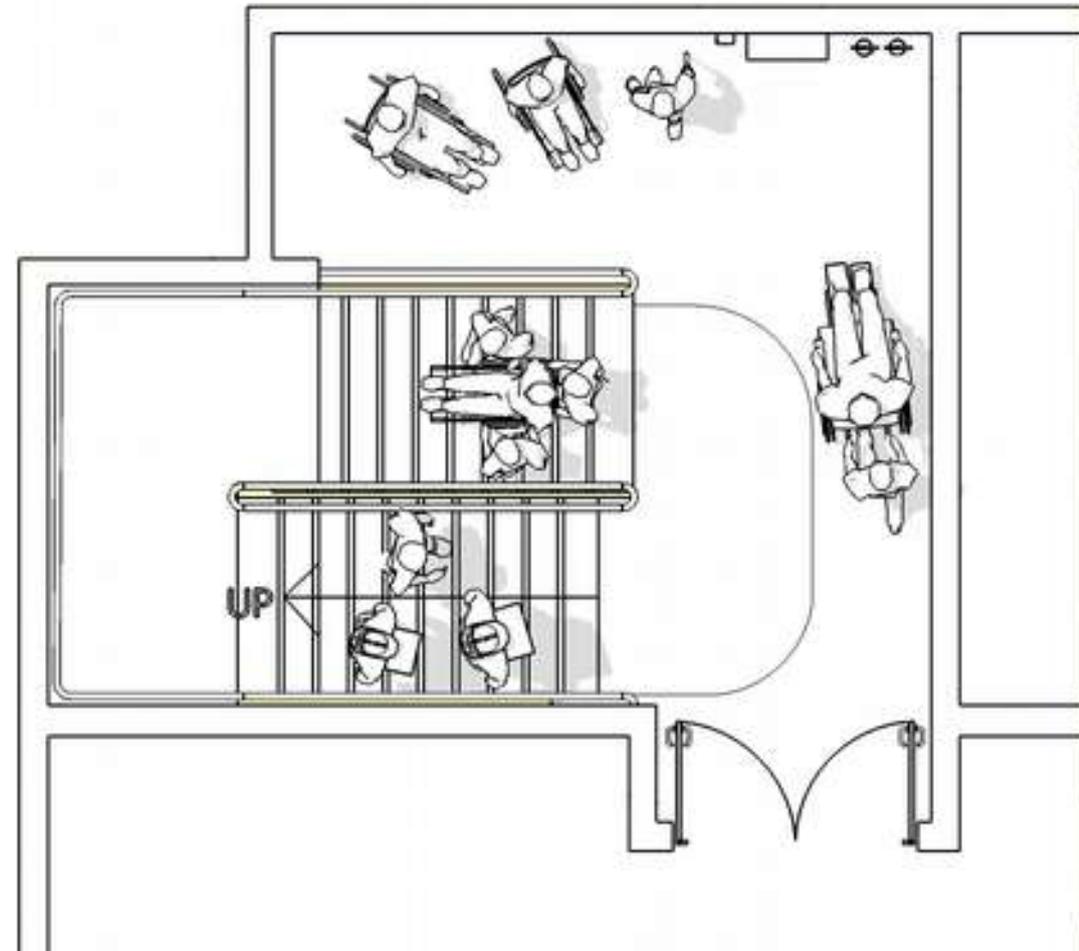
Tabella S.4-14: Superficie minima per occupante

Esodo in presenza di disabilità

Spazio calmo [2/2]

- **Luogo sicuro temporaneo** ove gli occupanti possono attendere assistenza per completare l'esodo verso luogo sicuro
- **Caratteristiche:**
 - ▶ dimensioni adeguate
 - ▶ un sistema di comunicazione bidirezionale
 - ▶ indicazioni sui comportamenti in attesa di assistenza
 - ▶ attrezzature per facilitare l'evacuazione (evac-chair).

ISO 21542



Esodo in presenza di disabilità

Esodo orizzontale progressivo

- **Spostamento degli occupanti** dal compartimento di primo innesco in un compartimento adiacente capace di contenerli e proteggerli fino a quando l'incendio non sia estinto o fino a che non si proceda ad una successiva evacuazione verso luogo sicuro.
- **Caratteristiche:**
 - ▶ Dimensioni adeguate dei compartimenti
 - ▶ Vie d'esodo adeguate (**+50%**) e ridondanti

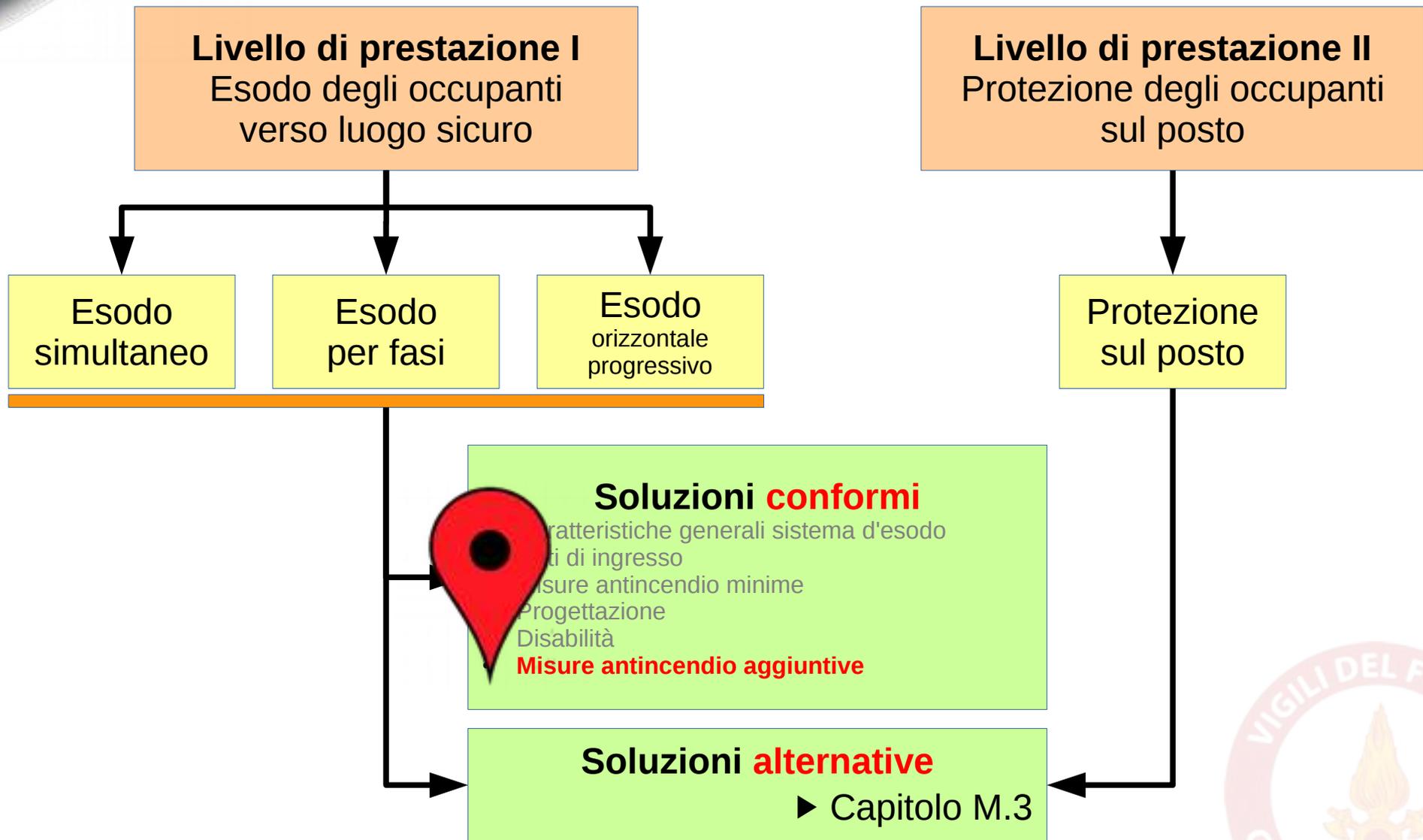


Tipologia	Superficie minima per occupante
Occupante deambulante	0,70 m ² /persona
Occupante non deambulante	2,25 m ² /persona

Le superfici lorde minime devono includere gli spazi di manovra necessari per l'utilizzo di eventuali ausili per il movimento (es. letto, sedia a ruote, ...).

Tabella S.4-14: Superficie minima per occupante

A che punto siamo?



Misure antincendio aggiuntive

Se sono previste le **misure antincendio aggiuntive** è possibile **incrementare le lunghezze** di riferimento:

$$L_{es,d} = (1 + \delta_m) \cdot L_{es}$$

$$L_{cc,d} = (1 + \delta_m) \cdot L_{cc} + 30\% \cdot L_{cc,pr} + 60\% \cdot L_{cc,fu}$$

con:

$L_{es,d}$ max lunghezza d'esodo [m]

$L_{cc,d}$ max lungh. corridoio cieco [m]

e con:

L_{es} max lunghezza d'esodo di riferimento [m]

L_{cc} max lunghezza corridoio cieco di riferimento [m]

$L_{cc,pr}$ **porzione finale** corridoio cieco in via d'esodo **protetta** [m]

$L_{cc,fu}$ **porzione finale** corridoio cieco in via d'esodo **a prova di fumo** [m]

$L_{cc,pr} + L_{cc,fu} \leq 25$ m

$$\delta_m = \sum_i \delta_{m,i}$$

δ_m non può superare la massima variazione ammessa pari a 36%

Misura antincendio aggiuntiva	$\delta_{m,i}$	
Rivelazione ed allarme (Capitolo S.7) con livello di prestazione IV.	15%	
Controllo di fumi e calore (Capitolo S.8) con livello di prestazione III.	21%	
Altezza media del locale servito dalla via d'esodo, h_m in metri [1]	≤ 3 m	0%
	> 3 m, ≤ 4 m	5%
	> 4 m, ≤ 5 m	10%
	> 5 m, ≤ 6 m	15%
	> 6 m, ≤ 7 m	18%
	> 7 m, ≤ 8 m	21%
	> 8 m, ≤ 9 m	24%
	> 9 m, ≤ 10 m	27%
	> 10 m	30%

[1] Qualora la via d'esodo serva più locali, si assume la minore tra le altezze medie

Tabella S.4-15: Parametri per la definizione dei fattori $\delta_{m,i}$



Misure antincendio aggiuntive

Se sono previste le **misure antincendio aggiuntive**
è possibile **incrementare le lunghezze** di riferimento:

$$L_{es,d} = (1 + \delta_m) \cdot L_{es}$$

$$L_{cc,d} = (1 + \delta_m) \cdot L_{cc} + 30\% \cdot L_{cc,pr} + 60\% \cdot L_{cc,fu}$$

CON:

$L_{es,d}$ max lunghezza d'esodo [m]

$L_{cc,d}$ max lungh. corridoio cieco [m]

e con:

L_{es} max lunghezza d'esodo
di riferimento [m]

L_{cc} max lunghezza corridoio cieco
di riferimento [m]

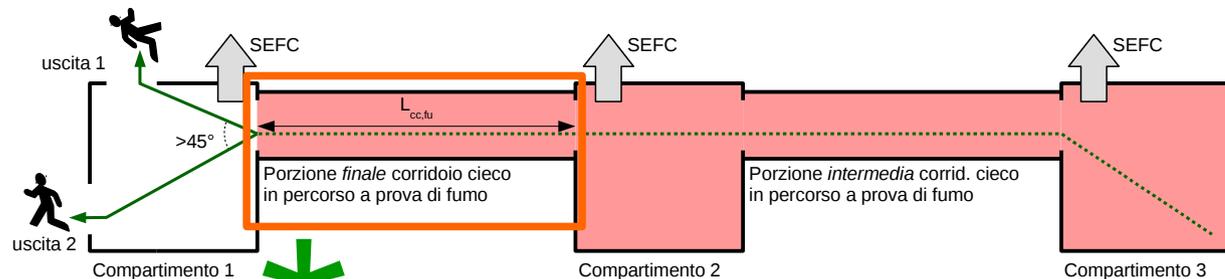
$L_{cc,pr}$ **porzione finale** corridoio cieco
in via d'esodo **protetta** [m]

$L_{cc,fu}$ **porzione finale** corridoio cieco
in via d'esodo **a prova di fumo** [m]

$$L_{cc,pr} + L_{cc,fu} \leq 25 \text{ m}$$

$$\delta_m = \sum_i \delta_{m,i}$$

δ_m non può superare la massima
variazione ammessa pari a 36%



Scala d'esodo
protetta o a prova di
fumo termina
comunque in luogo
sicuro



Misure antincendio aggiuntive

Esempio

- Attività con $R_{vita} = A2$, prevista:
 - rivelazione ed allarme con livello di prestazione IV
 - altezza media dei locali = 3,5 m.
- Allora:

$$\delta_m = 15\% + 5\% = 20\%$$
- Max **lunghezza d'esodo** diventa:

$$L_{es,d} = (1 + \delta_m) \cdot L_{es} =$$

$$= 1,20 \cdot 60 \text{ m} = 72 \text{ m}$$
- Presente **corridoio cieco** di cui **porzione finale** di 20 m inseriti in scala a prova di fumo, direttamente verso luogo sicuro
- Max **lunghezza corridoio cieco** (per tale corridoio) diventa:

$$L_{cc,d} = (1 + \delta_m) \cdot L_{cc} + 60\% \cdot L_{cc,fu} =$$

$$= 1,20 \cdot 25 \text{ m} + 60\% \cdot 20 \text{ m} =$$

$$= 30 \text{ m} + 12 \text{ m} = 42 \text{ m}$$

Misura antincendio aggiuntiva	$\delta_{m,i}$	
Rivelazione ed allarme (Capitolo S.7) con livello di prestazione IV.	15%	
Controllo di fumi e calore (Capitolo S.8) con livello di prestazione III.	21%	
Altezza media del locale servito dalla via d'esodo, h_m in metri [1]	$\leq 3 \text{ m}$	0%
	$> 3 \text{ m}, \leq 4 \text{ m}$	5%
	$> 4 \text{ m}, \leq 5 \text{ m}$	10%
	$> 5 \text{ m}, \leq 6 \text{ m}$	15%
	$> 6 \text{ m}, \leq 7 \text{ m}$	18%
	$> 7 \text{ m}, \leq 8 \text{ m}$	21%
	$> 8 \text{ m}, \leq 9 \text{ m}$	24%
	$> 9 \text{ m}, \leq 10 \text{ m}$	27%
$> 10 \text{ m}$	30%	

[1] Qualora la via d'esodo serva più locali, si assume la minore tra le altezze medie

Tabella S.4-15: Parametri per la definizione dei fattori $\delta_{m,i}$



Soluzioni alternative?



**Grazie per l'attenzione.
Domande?**

Emanuele Gissi, PhD
Direttore, vice dirigente
Comando Vigili del fuoco di Genova
emanuele.gissi@vigilfuoco.it

