

LINEE GUIDA PER LA PROGETTAZIONE, REALIZZAZIONE ED ESERCIZIO AI FINI ANTINCENDIO DELLE GALLERIE STRADALI IL CUI PROGETTO DEVE ESSERE ESAMINATO DALLA COMMISSIONE PERMANENTE PER LE GALLERIE DI CUI ALL'ART 4 DEL D.LGS 264/06

PREMESSA E CAMPO DI APPLICAZIONE

Ai progetti per la realizzazione e l'esercizio delle gallerie appartenenti alla RETE TEN e sottoposte per l'approvazione della Commissione Permanente per le Gallerie si applicano l'allegato II e l'allegato III del D. Lgs. 264/06 e s.m.i.

Per i fini antincendi, si raccomanda l'adozione delle seguenti misure sulle modalità realizzative di strutture, impianti e di esercizio, compatibili con gli aspetti generali delineati dagli allegati II e III del D.lgs. 264/06.

In merito alle raccomandazioni progettuali che seguono, si chiarisce che la relativa applicazione non è cogente, ma le misure antincendio previste, qualora realizzate, sono ritenute idonee, senza ulteriori valutazioni da parte della Commissione permanente per le gallerie, al raggiungimento degli obiettivi di sicurezza previsti dal D.lgs. 264/06.

Resta inteso che potranno essere adottate ulteriori soluzioni progettuali, diverse da quelle riportate, a condizione che risultino utili al perseguimento degli obiettivi di sicurezza dettati all'Allegato I, punto 2 (Sicurezza in caso di incendio per le opere di costruzione) del Regolamento (UE) n.305/2011 del 9 marzo 2011 che di seguito si riportano:

- capacità portante per un periodo di tempo determinato,
- generazione e propagazione del fuoco e del fumo limitate,
- limitata propagazione del fuoco a opere di costruzione vicine,
- sicurezza degli occupanti e dentro l'opera,
- sicurezza delle squadre di soccorso.

Le soluzioni tecniche antincendio alternative previste ai sensi:

1. dell'art 3, comma 2 del D.lgs. 264/06, in relazione all'adozione di soluzioni per la sicurezza equivalente ai requisiti strutturali non realizzabili,
2. del punto 2.9.3 dell'All. II del D.lgs. 264/06, per la realizzazione di impianti di ventilazione longitudinali nelle gallerie bidirezionali,

saranno valutate dalla Commissione permanente per le gallerie caso per caso.

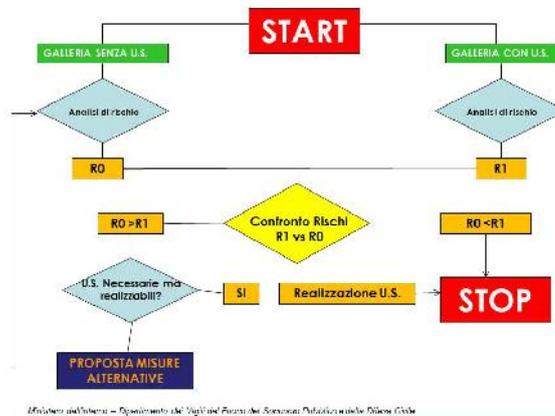
INDICAZIONI TECNICHE DI PREVENZIONE INCENDI PER L ALLEGATO II DEL D.LGS 264/06

Le presenti linee guida sono strutturate in funzione dei diversi paragrafi previsti nell'allegato II del D.lgs 264/06 riferiti alle misure di sicurezza di tipo infrastrutturale e di esercizio.

Per ogni punto si riportano le indicazioni tecniche relative.

Punti 2.3.5 e 2.3.7 - Procedura per la valutazione di fattibilità ed efficacia delle uscite di emergenza per le gallerie nell'ambito della analisi di rischio

La procedura per la valutazione della fattibilità e dell'efficacia della realizzazione delle uscite di emergenza, se mancanti, seguirà il procedimento schematico seguente¹.



Punto 2.7 - Resistenza e reazione al fuoco delle strutture e dei materiali

Le strutture di tutte le gallerie devono essere incombustibili ed assicurare un livello prestazione per la resistenza al fuoco sufficiente a garantire l'esodo in sicurezza degli utenti e l'effettuazione dell'intervento delle squadre di soccorso, in accordo con gli obiettivi di cui al DM 9.3.2007.

Il periodo di tempo risultante deve essere indicato nel piano di emergenza.

Le strutture delle gallerie nuove devono essere incombustibili e avere caratteristiche di resistenza al fuoco almeno R 90.

Nel caso in cui un cedimento locale possa avere conseguenze catastrofiche, come ad esempio per le gallerie sommerse o per le gallerie che possono causare il cedimento di edifici o infrastrutture soprastanti o adiacenti, le strutture delle gallerie devono essere incombustibili e avere una resistenza al fuoco adeguata, sufficiente a consentire l'evacuazione delle zone a rischio della galleria e delle strutture adiacenti, che, per le gallerie nuove, non dovrà essere inferiore a R 120 nei confronti della curva da incendio di idrocarburi definita in EN 1991-1-2 .

Nelle gallerie, i materiali di rivestimento delle pareti devono essere incombustibili.

I corpi illuminanti distribuiti lungo l'asse della galleria, siano essi costituiti da elementi puntuali o nastriformi, potranno essere privi di caratteristiche di reazione al fuoco a condizione che sia impedita la propagazione longitudinale di un eventuale incendio.

¹ Non c'è alcun riferimento alla galleria virtuale ma c'è solo un confronto tra una galleria con U.S. ed una senza U.S.: non si tratta del confronto previsto ai paragrafi 1 e 2 dell'allegato III del D.lgs 264/2006.

Nei percorsi protetti le pareti, i soffitti ed i pavimenti devono essere sempre realizzati in materiale incombustibile, mentre i corpi illuminanti devono essere previsti di classe di reazione al fuoco non inferiore a C-s1,d0.

Punto 2.9 Ventilazione

Attivazione e controllo dell'impianto di ventilazione ai fini antincendio

In caso di incendio, l'impianto di ventilazione di emergenza deve potersi attivare o controllare automaticamente o da remoto.

La logica di funzionamento deve prevedere che, qualora sia previsto anche un sistema di controllo manuale dell'impianto all'imbocco della galleria, tale sistema debba avere priorità rispetto a quello automatico o manuale di tipo remotizzato, a condizione che sia ubicato in posizione protetta dagli azionamenti accidentali.

L'utilizzo del sistema di controllo manuale all'imbocco delle gallerie da parte del personale dei servizi pubblici di soccorso deve essere preventivamente pianificato, concordato e condiviso anche per quanto riguarda la formazione del personale stesso, a livello locale e con le modalità riportate nel piano di emergenza.

Caratteristiche antincendio dei componenti dell'impianto di ventilazione

Indipendentemente dal tipo di impianto di ventilazione, tutti i componenti esposti al fuoco devono garantire le prestazioni ed il funzionamento per un tempo minimo di 90 minuti ad una temperatura pari a 400°C.

I ventilatori del sistema di ventilazione di emergenza devono essere in grado di passare dallo stato di fermo alla massima velocità di rotazione in un tempo non superiore a 60 s; i ventilatori reversibili (ad esempio: jet-fans ad induzione) devono essere in grado di effettuare la completa inversione del moto di rotazione in un tempo non superiore a 90 secondi.

Requisiti prestazionali

Gallerie a doppio fornice con by-pass chiuso e/o con traffico unidirezionale congestionato

L'impianto di ventilazione longitudinale deve essere realizzato in maniera tale da prevenire la formazione del backlayering².

La scelta progettuale deve prevedere una particolare attenzione alle strategie di ventilazione nelle fasi iniziali in modo da assicurare uno

² Backlayering: fenomeno per cui uno strato di fumo fluisce in direzione contraria al flusso prevalente dell'aria all'interno di un tunnel.

strato libero dai fumi per permettere l'esodo degli occupanti in sicurezza.

Per prevenire il backlayering, la velocità minima longitudinale dell'aria imposta a regime nel tunnel deve essere non inferiore alla velocità critica.

Tale scelta progettuale deve essere approvata dalla Commissione permanente per le gallerie.

Gallerie con traffico bidirezionale

L'impianto di ventilazione trasversale o semitrasversale in estrazione deve essere realizzato in maniera tale da garantire che la stratificazione dei fumi non sia disturbata. A tal fine si richiede che la velocità longitudinale dell'aria sia controllata al fine di assicurare, nella zona di estrazione, valori inferiori ad 1 m/s.

Punto 2.11 Erogazione idrica

La rete idrica antincendio deve essere progettata, realizzata e mantenuta in conformità a quanto previsto dal DM 20.12.2012, per le parti applicabili.

La realizzazione dell'impianto dovrà tener conto delle caratteristiche delle gallerie ed in particolare:

Architettura dell'impianto

Ove possibile, la rete idrica delle gallerie deve essere realizzata ad anello ovvero, essere dotata di una dorsale alimentata da entrambe le bocche della galleria.

Idranti esterni

In prossimità di ogni portale della galleria deve essere installato un idrante a colonna soprasuolo UNI 70 per il rifornimento degli automezzi antincendio.

Idranti interni

All'interno della galleria devono essere disponibili idranti UNI 45, ad intervalli non superiori a 250 m., corredati di lancia e almeno due tubazioni flessibili antincendio da 20 m.

Per le gallerie bidirezionali gli idranti UNI 45 devono essere disponibili su entrambi i lati della galleria, a quinconce, mantenendo, per quanto possibile, la stessa interdistanza per lato.

Per le gallerie esistenti è sufficiente, ogni 250 m., un attacco UNI 45 all'interno della galleria. L'attacco può anche essere sottosuolo, collocato all'interno di un pozzetto identificato nel marciapiede. In assenza di marciapiede, il pozzetto deve essere segnalato e protetto dalla possibile ostruzione.

Caratteristiche realizzative e prestazionali dell'impianto

La rete idranti ed i suoi componenti devono essere protetti dagli urti, dal gelo e dall'azione del fuoco. La rete idrica antincendio deve garantire il funzionamento per un tempo non inferiore alle due ore, nel corso delle operazioni di spegnimento.

Per le gallerie esistenti l'autonomia della riserva idrica antincendio dovrà essere garantita per almeno un'ora.

L'impianto idrico antincendio della galleria deve essere dimensionato in modo da garantire il simultaneo funzionamento di almeno 2 idranti interni UNI 45 con 120 l/min cadauno e pressione residua non inferiore a 0,2 MPa e almeno un idrante UNI 70 esterno con 300 l/min e pressione residua non inferiore a 0,4 MPa, nella posizione idraulicamente più sfavorevole.

La rete idranti dovrà essere realizzata "ad umido", in pressione.

L'alimentazione idrica deve essere almeno di tipo singola superiore³ come definita nel DM 20.12.2012.

Punto 2.16 - Sistemi di comunicazione in emergenza

La rete di comunicazione deve consentire la continuità e l'efficienza dei servizi che assolvono funzioni di sicurezza sia in condizioni di esercizio che in condizioni di emergenza.

Devono essere installati impianti per la ripetizione del segnale radio mediante apparati di telecomunicazioni conformi alle reti radio e agli apparati radio già in dotazione al Corpo nazionale dei vigili del fuoco.

Gli impianti devono essere realizzati con sistemi che garantiscano la ripetizione del segnale in galleria (cavo fessurato o altre modalità di ripetizione) sia nella banda di frequenza 73.000 - 74.600 MHz che nella banda di frequenza UHF 410-450 MHz.

Qualora nell'ambito delle locali pianificazioni di emergenza emergessero particolari criticità di gestione a causa di maggiori condizioni di rischio per la pubblica incolumità dovute a:

- fattori antropici
- fattori naturali
- difficoltà di raggiungimento degli accessi alla galleria
- più gallerie sulla stessa tratta
- gallerie particolarmente lunghe
- attraversamento da parte delle gallerie di confini amministrativi tra province e regioni.

Inoltre, potrà essere prevista la trasmissione dei segnali radio VF anche alla sala operativa del Comando dei vigili del fuoco competente per territorio, con modalità definite da accordi al livello locale tra il medesimo Comando e il Gestore della galleria riportate nella pianificazione di emergenza.

³ Le alimentazioni idriche singole superiori sono delle alimentazioni idriche singole che forniscono un elevato grado di affidabilità.

Punto 2.17 - Misure di sicurezza antincendio per gli impianti elettrici in galleria

Generalità

Gli impianti per la produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica devono possedere caratteristiche strutturali, tensione di alimentazione e possibilità di intervento tali da permettere in conseguimento dei seguenti obiettivi:

- garantire la continuità di esercizio dei servizi di sicurezza destinati a funzionare in caso di incendio per il periodo previsto nel piano di emergenza e comunque sino ad avvenuto salvataggio degli utenti della galleria;
- non costituire pericolo durante le operazioni di estinzione dell'incendio.

Impianti di sicurezza

Gli impianti di sicurezza di seguito elencati devono essere dotati, oltre che dell'alimentazione normale, di un'alimentazione di sicurezza realizzata secondo le norme tecniche di riferimento, entrambe in grado di alimentare l'impianto in caso di incendio:

- a) impianti di illuminazione di sicurezza (di cui al punto 2.8.2 del D. Lgs. 264/06);
- b) sistemi di allarme, anche locale (ad esempio: allarme ottico ed acustico di una stazione di emergenza);
- c) sistemi di rivelazione incendio;
- d) sistemi di comunicazione (ad esempio: attraverso messaggi pre-impostati ovvero da sala controllo o da postazione remota);
- e) sistemi di videosorveglianza;
- f) sistemi di supervisione e di controllo (ad esempio: postazione di comando e controllo locale collocata all'esterno della galleria);
- g) sistemi di telecomando e telecontrollo dei servizi di sicurezza,
- h) sistemi semaforici, dei pannelli a messaggi variabili;
- i) impianti di controllo dei fumi (ventilazione della galleria per la gestione degli effluenti dell'incendio, impianto di ventilazione delle vie di fuga, ecc...);
- l) impianti di mitigazione ed estinzione degli incendi (ad esempio: circuiti di alimentazione delle elettropompe, ecc.);
- m) sistemi e dotazioni impiantistiche asservite alla raccolta dei liquidi infiammabili ed inquinanti;
- n) sistemi di illuminazione finalizzati a consentire l'evacuazione della galleria (di cui al punto 2.8.3 del D. Lgs. 264/06).

Le caratteristiche costruttive devono essere tali che, in caso di incendio, ovunque localizzato:

- garantiscano la continuità di esercizio degli impianti di cui alle precedenti lettere i), l) ed n) in tutta la galleria;
- non determinino il fuori servizio degli altri impianti di sicurezza in un tratto di galleria di lunghezza tale da impedire il perseguimento degli obiettivi di sicurezza sopra riportati.

Gli impianti di cui alle precedenti lettere i), l) ed n) devono disporre di alimentazione elettrica di sicurezza con le seguenti caratteristiche minime:

- a) impianti di cui alle lettere i): autonomia > di 90 minuti;
- b) impianti di cui alle lettere l): autonomia > di 120 minuti;
- c) impianti di cui alla lettera n) autonomia > di 60 minuti.

Quadri elettrici dei servizi di sicurezza

I quadri contenenti circuiti che alimentano i sistemi di sicurezza, destinati a funzionare in emergenza, devono essere protetti contro l'incendio per la durata di funzionamento prevista. I dispositivi ivi installati destinati ad essere manovrati durante l'emergenza, dovranno riportare chiare indicazioni per il corretto impiego.

Condutture dei servizi di sicurezza

Le condutture elettriche devono essere dimensionate e realizzate in modo tale da:

- prevenire e limitare il rischio di innesco, anche locale nel punto di guasto, nonché l'eventuale propagazione dell'incendio in analogia a quanto previsto dalle norme tecniche di riferimento per i luoghi caratterizzati da elevato affollamento ed elevati tempi di sfollamento;
- non costituire, in caso di incendio, pericolo per gli utenti a causa dei prodotti della combustione.

La continuità di esercizio, in caso di incendio, dei circuiti di alimentazione, di trasmissione dati e di comando di emergenza deve essere garantita tramite i seguenti provvedimenti:

- realizzazione di tutte le dorsali con cavi resistenti al fuoco con requisito P o PH non inferiore a 60 oppure con cavi posati entro alloggiamenti con prestazioni di resistenza al fuoco non inferiori a P 60;
- protezione meccanica in caso di incidenti, per quanto possibile, delle dorsali di alimentazione degli impianti di cui alla lettera i);
- realizzazione di tutte le derivazioni per l'alimentazione degli apparecchi degli impianti di sicurezza all'interno di cassette dotate di una protezione elettrica in grado di evitare che, in caso di guasti elettrici dell'apparecchio utilizzatore investito dall'incendio, si possa interrompere la continuità elettrica della dorsale. Tale funzione deve essere garantita anche in caso di esposizione all'incendio per un tempo pari a 60 minuti. Per i componenti degli impianti di ventilazione, tale funzione deve essere garantita per un tempo pari a 90 minuti.

Sezionamento di emergenza

Tutte le utenze non destinate a funzionare in caso di emergenza devono essere dotate di un dispositivo di sezionamento ubicato in posizione segnalata, protetta dall'incendio e di facile accesso per i soccorritori.

Impianto di illuminazione di sicurezza

Le gallerie devono essere dotate di impianto di illuminazione di sicurezza, finalizzato all'evacuazione degli utenti in caso di incendio.

L'impianto di illuminazione di sicurezza dovrà assicurare i seguenti livelli medi di illuminamento, misurati secondo le modalità previste nelle norme tecniche vigenti:

- percorsi pedonali di esodo, interni o esterni alla galleria, comprese le uscite di sicurezza: 10 lux;
- tutti gli altri ambienti accessibili per motivi di emergenza agli utenti: 5 lux;
- stazioni di emergenza: 5 lux.

La perdita dell'alimentazione ordinaria in una tratta della galleria deve attivare automaticamente l'illuminazione di sicurezza (se non già normalmente attiva) almeno in quella tratta e deve essere prevista la segnalazione al centro di controllo, ove previsto.

Qualora non sia previsto il centro di controllo, l'anomalia dovrà essere comunque segnalata al gestore nei modi definiti nel proprio documento di valutazione dei rischi.

Le pareti laterali della galleria dovranno essere di colore chiaro al fine di favorire la visibilità in presenza di funzionamento dell'impianto di illuminazione di emergenza, con vernici o pannelli e nel rispetto delle caratteristiche di reazione al fuoco di cui al punto 2.1.6.

INDICAZIONI TECNICHE DI PREVENZIONE INCENDI RELATIVE ALLA SIMULAZIONE DEL FLUSSO DEL PERICOLO PREVISTO DALL'ALLEGATO III DEL D.LGS 264/06

Le simulazioni termo-fluidodinamiche più dettagliate, a supporto dell'analisi di rischio condotta secondo il D.Lgs 264/2006, dovranno essere effettuate secondo le seguenti indicazioni.

Definizioni

- ***FED (Fractional Effective Dose)***

Frazione di dose efficace di un certo inquinante.

- ***Stato critico per la sicurezza della vita umana***

Ciascuna delle condizioni limite alle quali può essere esposta una persona in galleria in caso di incendio e caratterizzata da condizioni più gravose di ciascuno dei limiti sotto indicati:

- l'esposizione delle persone ad un flusso termico radiante pari a $2,5 \text{ kW/m}^2$ determinato da stratificazioni di fumo caldo;
- l'esposizione delle persone a temperature di 60 °C per tempi superiori a 10 min;
- una visibilità, riferita alla percezione della direzione e posizione di una uscita di sicurezza, pari a 15 m misurata ad un'altezza di 1,8 m dal piano di calpestio;
- un livello medio della FED (Fractional Effective Dose) non superiore a 0.3, calcolata considerando solo il contributo dell'ossido di carbonio (CO).

- ***Tempo di pre-movimento***

Tempo totale impiegato dagli utenti per lo svolgimento delle attività che precedono l'effettivo movimento d'esodo.

Modellazione del flusso di pericolo e del flusso di esodo nell'ambito dell'analisi di rischio

Individuazione dello scenario di incendio per la simulazione del flusso di pericolo

Gli scenari di incendio rappresentano la schematizzazione degli eventi che possono ragionevolmente verificarsi all'interno della galleria in relazione alle caratteristiche dell'automezzo che sta bruciando, delle condizioni di traffico, della probabilità di propagazione dell'incendio e delle caratteristiche degli utenti.

Criteri di scelta e d'uso dei modelli e dei codici di calcolo

Il progettista può optare tra i modelli di calcolo che le conoscenze tecniche di settore mettono a disposizione, sulla base di valutazioni inerenti la complessità del progetto.

Nella relazione tecnica da presentare a corredo del progetto per la Commissione Permanente per le gallerie, devono essere riportati i documenti previsti al p.to 4.4 del DM 9.5.2007 (Direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio)

Si devono anche prendere in considerazione specifici modelli che permettano la valutazione dei tempi di rivelazione dell'incendio di progetto e la conseguente attivazione di eventuali impianti di protezione attiva, diversi da quello di ventilazione, tenendo in debito conto le inerzie di ciascun sistema.

Sensitività parametrica

A corredo del progetto per la Commissione Permanente per le gallerie, deve essere riportata anche un'analisi di sensibilità dei risultati rispetto alla variazione dei parametri di input del

modello. In particolare, per analisi bidimensionali o tridimensionali occorre anche evidenziare l'indipendenza dei risultati dalle dimensioni della griglia di calcolo⁴.

Scenari di incendio

Ogni scenario d'incendio identificato, anche con riferimento alle condizioni al contorno del sistema galleria, deve essere compiutamente ed univocamente descritto in relazione ai suoi aspetti fondamentali tra i quali:

- le caratteristiche della galleria
- le caratteristiche dell'incendio
- le caratteristiche degli impianti,
- le caratteristiche degli utenti.

Nella fase di identificazione degli scenari, il progettista deve, inoltre, descrivere:

- *curva dell'incendio, profili termici prodotti e tasso di produzione del fumo;*
- *azione degli impianti tecnologici e di protezione attiva contro l'incendio;*
- *dislocazione degli utenti lungo la galleria al momento dell'insorgere dell'incendio.*

La descrizione dell'incendio consiste nella caratterizzazione quantitativa del focolare, in quanto sorgente di *energia termica* e dei *prodotti della combustione*, secondo i seguenti parametri:

- localizzazione del focolare;
- curva RHR (*rate of heat released*);
- generazione dei prodotti della combustione presi in considerazione (es. CO e particolato, fumi).

Durante la fase di propagazione, la potenza termica rilasciata dall'incendio al variare del tempo, RHR(t), è rappresentata mediante la formula seguente:

$$RHR(t) = 1000 \left(\frac{t}{t_{\alpha}} \right)^2 \quad \text{per } t < t_A$$

dove:

- RHR(t) potenza termica rilasciata dall'incendio [kW]
- t tempo [s]
- t tempo necessario affinché la potenza termica rilasciata raggiunga il valore di 1000 kW

⁴ Si propone di limitare uso di codici solo bi e tri-dimensionali utilizzando i mono-dimensionali solo in fase di progettazione).

Se in galleria sono previsti *sistemi di controllo dell'incendio*, l' RHR_{max} può essere assunto costante e pari al valore di $RHR(t_x)$ raggiunto all'istante t_x nel quale l'impianto stesso garantisce il controllo dell'incendio.

Fase dell'incendio stazionario e tempi minimi di sviluppo

Il progettista sceglie il focolare di riferimento più probabile ed il relativo tempo di sviluppo ai fini della modellazione del flusso di pericolo e di esodo nell'ambito dell'analisi di rischio, dimostrando le ipotesi assunte alla base della propria scelta.

A corredo del progetto per la Commissione Permanente per le Gallerie deve essere altresì specificato il criterio di scelta del valore del focolare di riferimento in relazione alle condizioni di traffico e delle tipologia di automezzi normalmente transitanti nella galleria.

Flusso di esodo

Il superamento dello stato critico per la sicurezza della vita umana presuppone condizioni insostenibili per gli utenti che ancora non hanno raggiunto un luogo sicuro. Pertanto, il non superamento di tale stato rappresenta sicuramente l'obiettivo cui tendere nella fase di autosoccorso mediante l'adozione di idonee misure di protezione.

Il numero degli utenti coinvolti nel processo di esodo è determinato attraverso la formulazione e la soluzione di idonei modelli di formazione delle code nella galleria analizzata.

Per la caratterizzazione dell'esodo devono essere prese in considerazione diverse combinazioni di popolazione in funzione dell'età e dello stato fisico degli utenti, con un numero non inferiore a tre combinazioni per ogni flusso di pericolo.

Almeno una di queste combinazioni dovrà considerare la presenza di una fascia di età o di un particolare stato fisico per cui la velocità di spostamento massima non dovrà superare 0,6 m/s.

Per gallerie cosiddette "speciali" in cui il percorso per raggiungere un luogo sicuro superi i 1000 m, le velocità di spostamento di ogni fascia di età e stato fisico degli utenti presa in considerazione devono essere ridotte del 30% dopo la percorrenza di metà del percorso previsto fino al raggiungimento dell'uscita.

Il tempo di pre-movimento degli utenti non può essere assunto inferiore a 300 secondi.