

Efficienza e Sicurezza nelle Gallerie Stradali: l'Eccellenza Tecnologica Italiana

Road Tunnels Safety and Efficiency: the Italian Technological Excellence

Convegno Internazionale

Comitato Tecnico 4.4 "Gallerie" di PIARC Italia

International Conference

of the Technical Committee 4.4 "Tunnels" of PIARC Italia

10 Settembre 2026 - ore 14:00 - 18:30

Aula 1, Facoltà di Ingegneria

Università La Sapienza di Roma

Thursday September 10, 2026 - 2:00 - 6:30 pm (CET)

Faculty of Engineering

La Sapienza University of Rome

Partner

Efficienza e Sicurezza nelle Gallerie Stradali:
l'Eccellenza Tecnologica Italiana Efficienza e sufficienza energetica- Sistema antincendio ad acqua nebulizzata.

Relatore:

Massimo Farnesi
Membro del TC 4.4 PIARC Italia - Ultrafog S.p.A

Sistemi di mitigazione ad acqua nebulizzata

High pressure watermist systems

Contenuti:

- **Lo stato dell'arte e la finalità dei test in scala reale**

State of the art and full scale tests purpose

- **Procedure di test e scenari di incendio**

Test procedures and fire scenarios

- **Livelli di performance e risultanze dei test**

Performance levels and test results







Lo stato dell'arte e la finalità dei test in scala reale

State of the art and full scale tests purpose

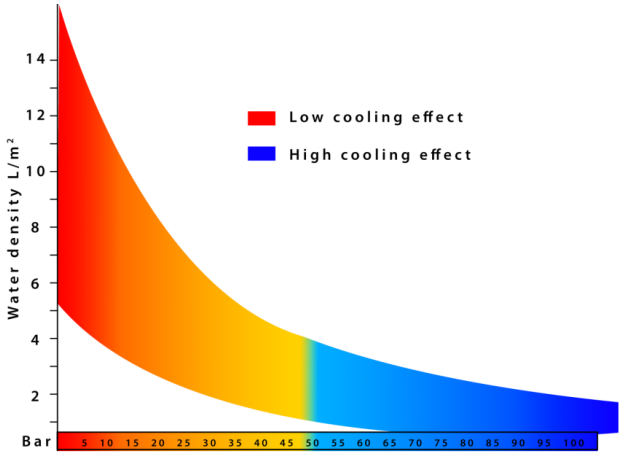
Impianti antincendio ad acqua nebulizzata ad alta pressione:

- **Rappresentano l'evoluzione degli impianti tradizionali a diluvio**

Gli impianti ad acqua nebulizzata ad alta pressione rappresentano lo stato dell'arte per quanto riguarda l'impiantistica fissa antincendio ad acqua in molti settori che vanno in maniera trasversale dalla protezione di grandi navi da crociera alle strutture ricettive, ai musei , alla grande distribuzione fino ad arrivare alla protezione di siti industriali, di macchinari, di cabine di trasformazione fino alla più recente applicazione per i data center e le sale server.

- **Perché l'utilizzo di acqua nebulizzata?**

Grazie alla nebulizzazione ed alla creazione di piccole gocce d'acqua, si incrementa la superficie dell'acqua esposta al calore dell'incendio facilitando il passaggio di stato da liquido a gassoso con relativo assorbimento di calore.
L'effetto di soppressione e raffreddamento si amplifica, la nebbia satura gli ambienti andando anche ad agire in zone non esposte direttamente al getto d'acqua.



- **Perché ad alta pressione?**

Sia per la creazione di particelle d'acqua di dimensioni ridotte che penetreranno facilmente nelle zone affette da incendio ed avranno un azione di raffreddamento migliore, sia per un aspetto impiantistico: gli impianti ad alta pressione possono essere utilizzati anche in presenza di tunnel con grandi dislivelli tra ingresso ed uscita. La minore quantità d'acqua necessaria, facilità l'utilizzo di tubazioni di minore diametro e la diminuzione dei volumi necessari per la riserva idrica. La maggiore energia cinetica inoltre minimizza l'interferenza con la ventilazione.

Procedure di test e scenari di incendio

Test procedures and fire scenarios

I test in scala reale:

- **Gli standard applicabili**

Essendo la tecnologia watermist una sistema non prescrittivo come gli sprinkler, l'efficacia della tecnologia deve essere provata e validata in laboratorio creando le condizioni reali di utilizzo. Al momento, la linea guida maggiormente utilizzata per testare l'efficacia del sistema è la «Solit2» (Safety of life in tunnels) che fornisce precise indicazioni dello scenario d'incendio da testare e quali parametri registrare durante i test.

- **Il sito di test**

E' necessario provare il sistema all'interno di un vero e proprio tunnel, equipaggiato con strumentazione calibrata e certificata secondo lo standard internazionale ISO17025, norma che stabilisce i requisiti per la competenza tecnica dei laboratori.
I test qui presentati sono stati condotti in Spagna, presso il laboratorio TST Applus.
Il tunnel utilizzato ha una lunghezza di 600 metri, costruito fuori terra.



Length: 600 m	Longitudinal gradient:1 %
Width: 9.50 m	Transversal gradient: 2 %
Height: 8.12 m	Emergency gallery: 4 m width by 2.50 m height
Height (with false ceiling): 5.17 m	Tunnel emergency exits: 3 (one each 150 m)
Cross-section: 66 m^2	Gallery emergency exits: 4 (one each 150 m)
Cross-section (with false ceiling):48 m2	Connection between tunnel and gallery: 3
Width of the concrete walls: 0.60 m	

Procedure di test e scenari di incendio

Test procedures and fire scenarios

I test in scala reale:

- **Gli scenari d'incendio**

Gli scenari di incendio hanno il compito di simulare diverse tipologie di veicolo e di merce trasportate e la loro curva di rilascio termico (HRR Heat Release Rate).
Per questo scopo sono stati predisposti fuochi di Classe A mediante l'utilizzo di pallet di legno impilati sopra ad una struttura non combustibile in cemento e di Classe B usando vasche riempite di liquido infiammabili (gasolio + benzina per l'innesco) con grandezze diverse per ciascun test.

I carichi incendio testati sono stati i seguenti:
30 MW Classe A : 78 pallet di legno
50 MW Classe A : 128 pallet di legno
100MW Classe A : 252 pallet di legno
200MW Classe A : 544 pallet di legno
60MW Classe B: 32mq (795 litri di gasolio)







Procedure di test e scenari di incendio

Test procedures and fire scenarios

I test in scala reale:

- **La configurazione d'impianto**

Il sistema è stato installato all'interno della galleria disponendo 20 ugelli erogatori con una spaziatura di 4 metri su entrambi i lati della galleria (per le configurazioni 100MW e 200MW classe A e 60MW classe B, solo da un lato per le configurazioni da 30MW e 50MW). Tutti gli ugelli hanno un'inclinazione di 40°. Sono state testate diverse pressioni di funzionamento in un range tra 52 e 100bar.







Procedure di test e scenari di incendio

Test procedures and fire scenarios

I test in scala reale:

- **La procedura di test**

Il sistema è stato provato in accordo alla metodologia descritta all'interno della linea guida Solit2. Nello specifico:
Per le prove al fuoco con carico incendio in classe A , il fuoco è stato innescato tramite l'utilizzo di due vasche di benzina posizionate alla base del fronte della pila di pancali. Al segnale di inizio, la benzina viene accesa e l'incendio innescato. Per i test con carico incendio in classe B, il gasolio è stato acceso mediante l'utilizzo di benzina in superficie.
A questo punto si attende che il sistema di rilevazione misuri una temperatura di 60° su almeno due termocoppie installate sopra al combustibile. Si introducono 2 minuti di ulteriore ritardo (che vanno a simulare un ritardato rilevamento o la piena pressurizzazione delle linee) affinché l'incendio sia completamente sviluppato. Solo a questo punto il sistema di mitigazione ad acqua nebulizzata viene attivato. La durata del test è fissata in 30 minuti.





Procedure di test e scenari di incendio

Test procedures and fire scenarios

I test in scala reale:

In tutti gli scenari la ventilazione è stata mantenuta ad un valore costante di circa 3 metri / secondo per evitare fenomeni di back layering.
La ventilazione porta aria all'incendio, alimentandolo con nuovo ossigeno. Se la ventilazione fosse spenta, il watermist riuscirebbe a far calare le percentuali di ossigeno di qualche punto percentuale, mantenendola su valori compatibili con la vita nelle aree circostanti ma lavorando in modo mirato intorno alla fiamma utilizzando l'effetto asfissiante del vapore acqueo che si crea localmente. In assenza di ventilazione è probabile che l'impianto sia in grado di spegnere l'incendio autonomamente.





Livelli di performance e risultanze dei test

Performance levels and test results

I test in scala reale:

- **I risultati ottenuti:**

Il sistema è stato valutato sulla base delle misurazioni effettuate sul campo di molti parametri, con particolare attenzione ai livelli di temperatura, radiazione, visibilità e generazione di fumi tossici per mantenere l'ambiente compatibile con la vita umana, sia dell'utenza che si trovasse accidentalmente all'interno del tunnel, sia del personale addetto ai soccorsi.

DATA	30MW	50MW	100MW	200MW	LIMIT
Ambient Temp U35	22°C	18°C	12°C	20°C	60°C
Heat Flux U15	0,2 kW/m2	0,64 kW/m2	0,27 kW/m2	1,3 kW/m2	5 kW/m2
Heat Flux U35	<0,2 kW/m2	<0,6 kW/m2	<0,2 kW/m2	<0,2 kW/m2	2,5 kW/m2
Visibility	Over 15 mtr	Over 15 mtr	Over 15 mtr	Over 15 mtr	>=15 mtr
FED (Fractional Effective Dose)	U35=0 D35=0,07	U35=0 D35=0,09	U35=0 D35=0,12	U35=0 D35=0,12	<=0,3

Livelli di performance e risultanze dei test

Performance levels and test results

I test in scala reale:

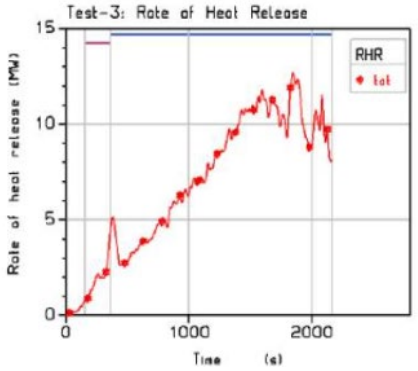
- **I risultati ottenuti:**

Dal punto di vista della soppressione dell'incendio, il sistema di mitigazione ad acqua nebulizzata ha confermato le sue enormi potenzialità:

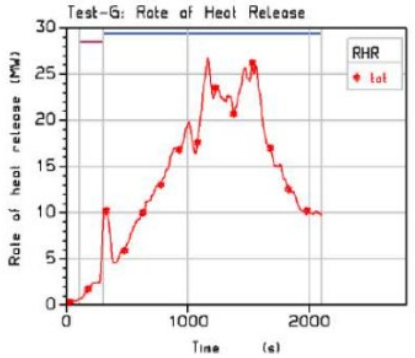
La curva di rilascio del calore è tenuta sotto controllo dal sistema di mitigazione. I carichi incendio potenziali generano un rilascio di calore pari ad una frazione del loro valore nominale:

- **30MW di carico raggiungono il picco di 13MW (44% del carico nominale)**
- **50MW di carico raggiungono il picco di 27MW (53% del carico nominale)**
- **100MW di carico raggiungono il picco di 30MW (30% del carico nominale)**
- **200MW di carico raggiungono il picco di 17MW (8,5% del carico nominale)**

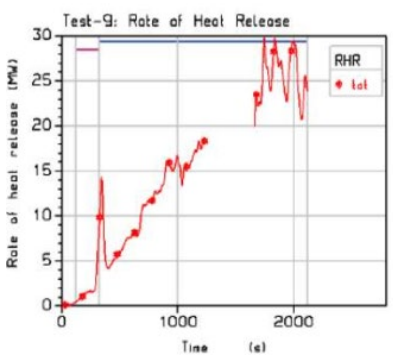
30MW



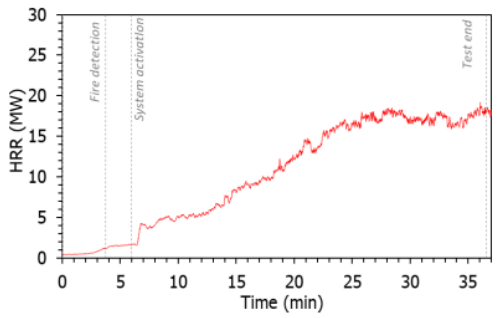
50MW



100MW



200MW



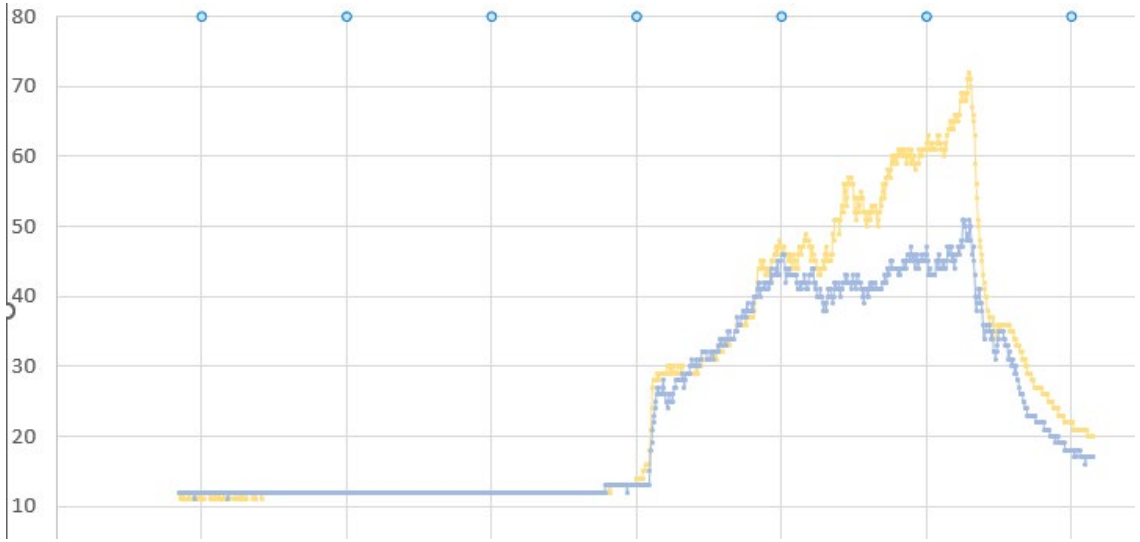
Livelli di performance e risultanze dei test

Performance levels and test results

I test in scala reale:

- **I risultati ottenuti:**

Un carico «target» costituito da una fila di pancali è stato posizionato a 5 metri dall'incendio in direzione della ventilazione. Grazie alla presenza dell'impianto di mitigazione, la pila di pancali non presenta bruciature o segni di carbonizzazione. Il test simula la presenza di veicoli incolonnati e verifica la non propagazione. Le temperature massime raggiunte registrate intorno al target sono state di 70°C a 5 metri di altezza e di 50°C a 1,8 metri di altezza.





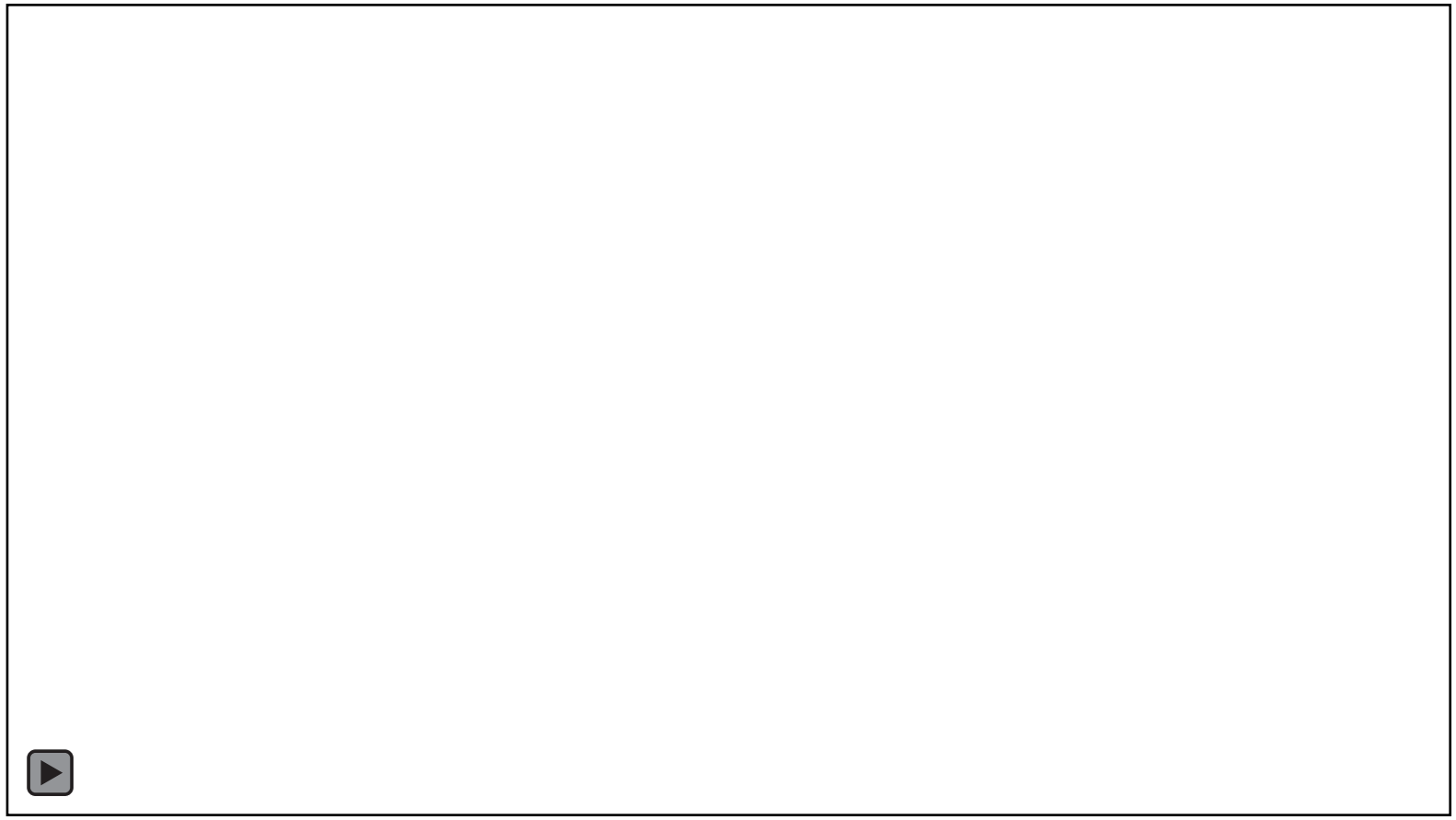
Livelli di performance e risultanze dei test

Performance levels and test results

I test in scala reale:

- **I risultati ottenuti:**

Il fenomeno del backlayering viene praticamente azzerato al momento del rilascio del sistema.





Partner

Grazie

Thank you