

LA SICUREZZA NELLE GALLERIE UN ESPERIMENTO INCENDIO IN GALLERIA PER VERIFICARE IL LIVELLO DI SICUREZZA DELLE METROPOLITANE

di Giovanni Garofalo

L'incidente in galleria costituisce uno scenario particolarmente critico, in quanto l'ambiente chiuso e la visibilità ridotta tendono ad amplificarne le conseguenze. La presenza di fattori di pericolo, come lo sviluppo di un incendio o la dispersione di sostanze tossiche o nocive, può addirittura creare condizioni drammatiche per l'irrespirabilità dell'aria e per le elevate temperature, limitando non solo l'evacuazione delle persone ma anche l'intervento dei soccorritori.

Proprio per affrontare in termini tecnico-scientifici il tema della sicurezza in galleria è stato recentemente realizzato e attualmente in corso di rendicontazione il Progetto di ricerca SITI "Sicurezza In Tunnel Intelligente", cofinanziato dal M.I.U.R. a valere sui fondi FAR Dlgs.297/99. Il progetto, è stato attuato da Train, Consorzio pubblico-privato promosso dall'Enea, ed ha avuto come obiettivo finale il miglioramento del livello di sicurezza delle gallerie (principalmente quelle stradali e metropolitane) attraverso lo studio, la sperimentazione e la validazione di innovazioni tecnologiche, procedurali ed organizzative. Naturalmente quando si parla di sicurezza l'attenzione primaria è rivolta agli utilizzatori della galleria (viaggiatori coinvolti direttamente ed in transito e squadre di soccorso) ed il progetto è intervenuto in questa direzione attraverso:

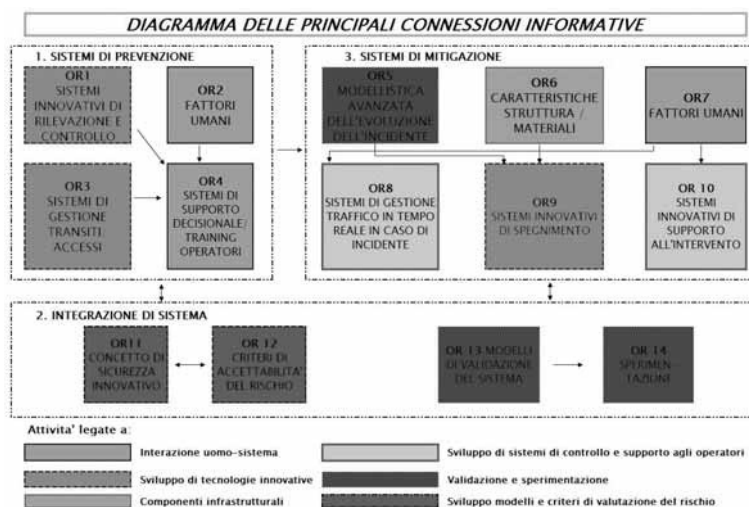
a. La riduzione della probabilità di primo incidente

- b. La minimizzazione della possibilità di successivi incidenti correlati al primo (caratteristica di molti incidenti del passato)
- c. La riduzione degli effetti conseguenti allo sviluppo di un incidente in galleria.

L'idea guida dell'intero progetto, mutuata dai principi della sicurezza nucleare, è stata quella di considerare il tunnel (con un sufficiente tratto di strada prima e dopo) e la situazione istantanea di traffico, come un unico sistema complesso ed in continuo mutamento. In tali condizioni la possibilità di poter applicare tecnologie innovative ed avanzate, ha consentito di raggiungere importanti risultati che una volta applicati sia in gallerie di nuova costruzione che in quelle esistenti, potrà consentire di rendere il tunnel come un "sistema intelligente", fornendo in tal modo, alle strutture delegate alla sicurezza, un valido supporto per la prevenzione degli incidenti e per la gestione d'eventuali criticità.

ORGANIZZAZIONE DEL PROGETTO

Come si può vedere dalla figura di seguito riportata, le attività di progetto sono state organizzate in 14 Obiettivi Realizzativi (OR), a loro volta aggregati in tre blocchi funzionali:



1. Sistemi di prevenzione
2. Integrazioni di sistema e studi di sicurezza
3. Sistemi di mitigazione

Le tematiche affrontate nei vari Obiettivi Realizzativi (OR) sono state trattate in modo integrato e sinergico attraverso un attento collegamento fra attività, che afferiscono anche ad Obiettivi Realizzativi diversi, consentendo in tal modo di poter affrontare in modo coordinato e integrato le problematiche di sicurezza per il sistema tunnel.

Una menzione specifica meritano le numerose sperimentazioni eseguite per la validazione di modelli/sistemi e/o la valutazione della risposta del sistema tunnel ad eventi incidentali. Tali sperimentazioni hanno comportato un'intensa attività di progettazione ed uno stretto coordinamento con risultati conseguiti su tematiche diverse, quali la qualificazione dei materiali, la modellistica avanzata ed i sistemi innovativi di rivelazione e controllo.

Mentre i risultati generali del progetto SITI saranno esposti più in dettaglio in pubblicazioni su riviste specializzate, in questa Nota riteniamo utile riferire (per la sua assoluta novità) un'importante sperimentazione realizzata nella parte finale del progetto insieme ad altri qualificati partners, riguardante lo sviluppo di un incendio all'interno di una galleria metropolitana reale.

La nuova Linea C della Metropolitana di Roma è in corso di costruzione secondo una tecnologia di sistema all'avanguardia e le carrozze sono realizzate con nuovi materiali ignifughi altamente performanti e già ampiamente in uso in altre città. Nonostante ciò la reazione di questi materiali al fuoco e le dinamiche di sviluppo del-

l'incendio e di propagazione dei fumi erano state sino ad oggi studiate con simulazioni virtuali ed i risultati per una situazione reale, quindi, erano stati soltanto ipotizzati.

Pertanto, per verificare cosa accadrebbe in una situazione di emergenza reale, è stata appositamente costruita ed incendiata all'interno di una galleria vera una carrozza metropolitana reale (cassa sacrificale), avente le stesse caratteristiche di quelle che saranno fornite per la Linea C di Roma. L'esperimento, cui il Il Consorzio Train ha partecipato insieme ad altri qualificati partners (Roma Metropolitane s.r.l., Metro C s.p.a., Consorzio Fastigi, Ansaldo STS e Ansaldo Breda), è stato minuziosamente monitorato ed i dati rilevati in tempo reale forniranno agli esperti risposte scientifiche e informazioni tecniche fino ad oggi non disponibili.



Fig. 1 - Veicolo Metropolitano Roma Linea C

L'esperimento, promosso da Roma Metropolitane ed attuato congiuntamente al Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile, si è svolto nella Scuola di Formazio-



Fig. 2 - Montelibretti (RM) - Galleria in costruzione

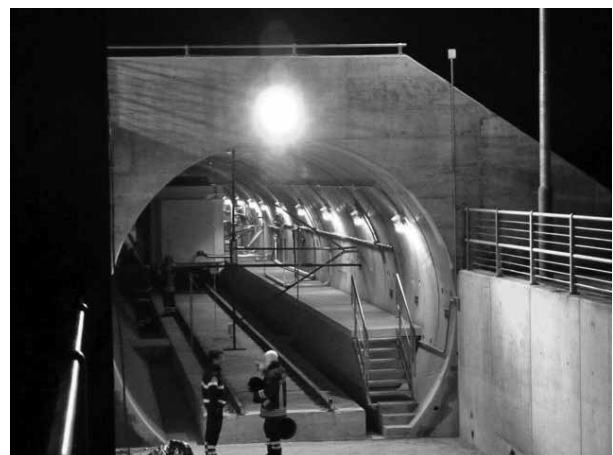


Fig. 3 - Montelibretti (RM) - Galleria ultimata

ne operativa dei Vigili del Fuoco di Montelibretti, all'interno di un tratto di tunnel lungo 110 metri costruito ad hoc con caratteristiche analoghe alle gallerie metropolitane attualmente in fase di realizzazione per la linea C di Roma (binari, banchina di emergenza/servizio, sistema d'illuminazione d'emergenza, ventilatore d'emergenza etc.).

La cassa sacrificale è stata trasferita dai cantieri Ansaldo Breda di Pistoia, dove è stata costruita, fino al centro di Montelibretti, e, quindi, è stata posizionata all'interno della galleria sperimentale.

Per poter dare una valenza scientifica alle attività sperimentali, la prova, suddivisa in tre fasi, è stata preceduta da una minuziosa attività di simulazione, che ha fornito importanti informazioni sia per la definizione delle specifiche della prova stessa, sia per la progettazione della rete di sensori, del sistema di acquisizione dati e del sistema TVCC (Fig. 4). Inoltre, considerato il carattere di unicità della prova, sono stati adottati particolari accorgimenti per garantire il corretto svolgimento di tutte le sperimentazioni. Ciò ha particolarmente interessato il sistema di monitoraggio, il cui funzionamento doveva essere assicurato anche nelle difficili condizioni ambientali determinate dalle prove d'incendio, e l'organizzazione delle prove, che doveva garantire, mediante specifiche procedure ripetutamente provate, la corretta esecuzione di tutte le operazioni previste nelle tre fasi sperimentali.

Concluse le attività di studio preliminari, di progettazione e di realizzazione di infrastrutture, impianti e sistemi, si è passati alla sperimentazione vera e propria nella galleria di Montelibretti. La carrozza metropolitana è stata dunque aggredita dal fuoco sia per testare l'impiantistica preposta all'emergenza incendio della metropolitana Linea C in costruzione a Roma, sia per verificare e validare modelli e dimostratori dei sistemi di prevenzione e mitigazione sviluppati all'interno del progetto SITI. Il Consorzio Train è, infatti, intervenuto nella sperimentazione utilizzando i finanziamenti del progetto SITI, mettendo a disposizione le competenze dei soci Ansaldo Breda, Ansaldo STS ed Enea. Le due società Ansaldo hanno effettuato le simulazioni preliminari, la progettazione della sperimentazione e del sistema di monitoraggio ed hanno gestito le prove d'incendio. L'Enea, ha fornito, invece, le risorse per la validazione di tutto il processo sperimentale e per la caratterizzazione dei materiali



Fig.4 - Montelibretti – Galleria sperimentale strumentata

e la modellazione del comportamento termostrutturale della galleria sperimentale di Montelibretti. La realizzazione di una nuova infrastruttura per le sperimentazioni ha, inoltre, costituito l'occasione per testare sul campo un innovativo sistema di monitoraggio strutturale, sviluppato nell'ambito del progetto SITI dal socio Enea, e per effettuare una serie di analisi non distruttive sulle strutture mediante onde soniche, utilizzando strumenti e procedure messe a punto sempre dall'Enea. Per poter attivare l'incendio è stato necessario ricorrere ad una sorgente d'innescò esterna come di seguito indicato nelle descrizioni delle tre fasi della sperimentazione.

1. Innescò naturale (27 ottobre 2009)

La prova è consistita nella simulazione di una condizione straordinaria di esercizio relativa ad un surriscaldamento del reostato di frenatura mediante un bruciatore posto sotto la carrozza. Durante la prova, con il reostato mantenuto a temperature superiori ai 500 °C per circa 8 minuti e con un picco pari a circa 600 °C, non si è innescato alcun fenomeno di incendio. L'interno della carrozza non ha praticamente risentito del surriscaldamento del reostato; infatti in prossimità del pavimento, nella sezione di misura soprastante il reostato, si è registrato un valore di picco di poco superiore ai 20° C.

2. Innescò forzato (28 ottobre 2009)

Nella seconda fase dell'esperimento il sottocassa è stato aggredito con un livello di potenza termica tale da garantire la perforazione del pavi-

mento e la comparsa della fiamma all'interno della carrozza. La potenza di fuoco è stata fornita, come per la fase 1, da un bruciatore, il cui 1° stadio è rimasto acceso per circa 22 minuti. Successivamente è stato acceso il 2° stadio per due volte a distanza di 5 minuti, fino alla perforazione del pavimento della carrozza (Fig. 5), a valle della quale è stato spento il bruciatore. Dopo circa 3 min. dalla comparsa della fiamma in cassa è stato azionato il ventilatore di emergenza della galleria fino all'estinzione completa dell'incendio, senza l'intervento di alcun sistema di spegnimento. Sulle sezioni di misura più prossime alla sezione di fuoco (A e C- Fig. 6), sono state registrate temperature massime di poco superiori ai 50°C.

All'esterno della carrozza, nella direzione di aspirazione dei fumi, la temperatura rilevata si è mantenuta durante la prova tra i 40° e i 60°, con picchi di brevissima durata dell'ordine dei 70°C - 80°C in corrispondenza degli eventi di accensione del 2° stadio del bruciatore.

Sulla banchinetta di servizio in galleria, nella direzione di fuga, non si sono avuti problemi particolari né per quanto riguarda la visibilità né per quanto riguarda le temperature. Le temperature massime sulla banchinetta, comunque inferiori ai 30°C, si sono avute nelle direzione opposta a quella di esodo (lato di aspirazione dei fumi), e sempre nella stessa direzione l'illuminamento è rimasto pressoché inalterato, dopo l'attivazione del ventilatore di emergenza.



Fig. 5 - Cassa sacrificale dopo il test. Foro sul pavimento

3. Incendio doloso (30 ottobre 2009)

Nella terza fase, che è andata oltre la verifica impiantistica e di sistema cui afferivano le due precedenti prove, è stato simulato un evento doloso, mediante l'incendio di una tanica di combustibile posta sotto uno dei sedili della carrozza sacrificale ed appositamente attrezzata con uno specifico innesco a distanza.

Alla fine della prova si è constatato che solo i sedili vicini all'ordigno (Fig. 7), l'intercomunicante nella parte superiore lato banchinetta di servizio Fig. 8) e le plafoniere sono stati coinvolti nell'incendio.

Il pavimento ed il soffitto della cassa non hanno contribuito alla propagazione dell'incendio

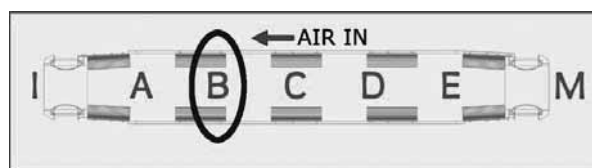


Fig. 6 - Schema cassa sacrificale

e pertanto il resto della carrozza non ha subito particolari danni. Anche in questo caso, lungo la via di fuga, non si è verificata alcuna significativa modifica delle condizioni ambientali e di visibilità.

I dati acquisiti nelle tre fasi dell'esperimento sono ancora sotto esame degli esperti; tuttavia, per quanto sopra esposto, i primi risultati delle prove, effettuate per testare in condizioni reali la resistenza dei materiali e l'efficacia degli impianti di sicurezza della futura linea C della metropolitana di Roma, risultano essere incoraggianti dal punto di vista della sicurezza dei passeggeri. La fase relativa all'innesco naturale, in prossimità del reostato riscaldato ha mostrato la buona resistenza del sottocassa della carrozza, per cui non si è registrato alcun incremento significativo della temperatura interna. Negli altri due casi l'attivazione del ventilatore di emergenza per l'aspirazione dei fumi, effettuata in base alle strategie di emergenza incendio del progetto della Linea C, ha garantito condizioni ambientali e di visibilità buone per le vie di fuga.

TRAFILETTO DEDICATO ALL'AUTORE

Giovanni Garofalo è ricercatore presso l'Enea (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'e-



Fig. 7 - Cassa sacrificale – Sedili dopo la sperimentazione

Fig. 8 - Intercomunicante lato banchinetta di servizio

nergia e lo sviluppo economico sostenibile). Laureato in Ingegneria Elettronica presso l'Università di Roma, opera da circa dieci anni all'interno del Consorzio Train in qualità di responsabile di progetti di ricerca nel settore dei trasporti (logistica e trasporto intermodale di filiera, diagnostica e manutenzione, sicurezza infrastrutture e sistemi di trasporto etc.).

Il Consorzio Train, costituito nel 1998 per iniziativa dell'Enea, è un operatore di ricerca di rilievo nazionale, che ha la finalità di trasferire all'industria italiana tecnologie e sistemi innovativi nel settore dei trasporti e della logistica. È un Consorzio pubblico-privato, a maggioranza

pubblica, costituito da 10 aziende private (Ansaldo Breda s.p.a., Ansaldo STS s.p.a.; Bertolotti s.p.a.; D'Appolonia s.p.a.; ETT s.r.l.; Ferraioli & C. s.r.l.; Geocart s.r.l.; Mermec s.p.a.; Reggiane Cranes & Plants s.p.a.; Uniontrasporti s.c.a.r.l.) e due Enti pubblici (Enea ed università di salerno). Opera senza fini di lucro, avvalendosi prevalentemente delle competenze messe a disposizione dai Consorziati ed utilizzando cofinanziamenti nazionali, regionali e comunitari, Realizza progetti che prevedono il coinvolgimento diretto degli utenti finali con lo scopo di garantire la validità socio-economica delle applicazioni dei risultati ottenuti.

Contatti:

Consorzio Train
Telefono/Fax 06 5881864

Via Angelo Bargoni 78

00153 Roma
e-mail: garofalo@consorziostrain.it