

Analisi critica degli scenari incidentali tipici delle gallerie stradali ai fini della valutazione del rischio secondo il D.Lvo. n° 264/2006

ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA 2004/54/CE IN MATERIA DI SICUREZZA PER LE GALLERIE DELLA RETE STRADALE TRANSEUROPEA

Norme & Leggi

Sascia Canale*
Natalia Distefano**
Salvatore Leonardi***

Le gallerie stradali, in quanto ambienti confinati, presentano delle peculiarità in termini di fenomeni incidentali che le fanno differire significativamente dai tratti stradali a cielo aperto. Gli aspetti di pericolosità insiti nella circolazione stradale non riconducibili a elementi di insicurezza indotti specificatamente dalla marcia all'interno dei tunnel stradali, pertanto, non rientrano all'interno delle problematiche di sicurezza tipiche delle gallerie.

Nel caso delle gallerie stradali, il verificarsi degli incendi rappresenta l'aspetto peculiare che può pregiudicare la sicurezza offerta agli utenti: lo scoppio e l'evolversi degli incendi sono gli eventi critici per eccellenza, sia per le difficoltà nelle azioni di spegnimento sia per le conseguenze sugli utenti (incremento delle temperature, propagazione delle fiamme e dei fumi tossici).

Il D.Lvo. del 05.10.2006, n° 264 dal titolo "Attuazione della Direttiva 2004/54/CE in materia di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea" (G.U. 09.10.2006, n° 235), ai fini dell'applicazione dell'analisi del rischio necessaria per valutare l'efficacia di misure di sicurezza alternative a quelle indicate nel Decreto stesso, considera esclusivamente quattro eventi critici di riferimento: incendi, collisioni con incendio, sversamenti di sostanze infiammabili, rilasci di sostanze tossiche o nocive.

Il Decreto, inoltre, precisa che la metodologia dell'analisi del rischio, deve essere articolata secondo una struttura che vede l'evento critico in posizione centrale rispetto a due modelli logici complementari, ovvero l'albero dei guasti (a sinistra) e l'albero degli eventi (a destra). In tale contesto, l'evento critico deve essere caratterizzato in termini di probabilità di accadimento sulla base di evidenze statistiche per i sistemi galleria in generale, eventualmente integrate da dati disponibili per la singola galleria con riferimento ai tassi di incidentalità rilevati e alle specificità progettuali della stessa.

Il concetto di "evidenze statistiche", per essere correttamente interpretato, deve riferirsi ai difetti e ai malfunzionamenti che possono generare uno dei possibili eventi critici. La probabilità di accadimento



Figura 1 - L'incendio nel tunnel sulla Interstate 5 tra Los Angeles e San Francisco (12 Ottobre 2007)

dell'evento critico, pertanto, deve essere ottenuta come combinazione delle probabilità (spesso identificabili con le frequenze di accadimento) delle cause elementari rappresentate dalle "foglie" del relativo albero dei guasti. Non è corretto, quindi, riferire le evidenze statistiche agli eventi critici stessi; ciò può dar luogo, così come si è avuto modo di riscontrare in alcuni studi di settore, all'erronea identificazione della probabilità di accadimento di tali eventi con la loro frequenza. Gli eventi incidentali tipici delle gallerie, infatti, sono eventi talmente rari da non costituire un campione statisticamente significativo ai fini di una stima attendibile della loro probabilità di accadimento; è questo il motivo che ha indotto gli estensori del Decreto a proporre l'albero dei guasti come tecnica logico-deduttiva per la determinazione della probabilità che si verifichino gli eventi critici. Da quanto detto risulta chiaro che, qualunque approccio probabilistico si intenda adottare, risulta necessaria l'analisi dei dati relativi agli eventi incidentali tipici dei sistemi galleria in generale.

Il presente gruppo di ricerca, pertanto, con questo contributo, intende svolgere un'analisi dei dati di incidentalità nei tunnel stradali, con riferimento a quegli eventi che hanno sempre generato incendi con conseguenze rilevanti (feriti, morti o danni alle strutture), attraverso l'impiego della tecnica di analisi disaggregata degli incidenti che, pur laboriosa e articolata, consente di trarre conclusioni spiccatamente orientate verso una conoscenza più profonda dei fenomeni incidentali.

Il database relativo agli incendi in galleria

Il database in cui sono stati raccolti i dati di incidentalità inerenti agli incendi più gravi occorsi nell'ultimo sessantennio nei tunnel stradali di tutto il mondo, è stato realizzato attraverso un'attività di ricerca che ha portato all'individuazione di 76 eventi significativi. Nel database oltre ai dati grezzi (luogo, data dell'incidente, conseguenze in termini di feriti e morti, ecc.), sono state riportate anche le cause che, con maggiore probabilità, hanno dato origine all'incendio.

Nello specifico, si è adottato un procedimento basato sull'analisi disaggregata dei dati incidentali, che partendo dallo studio dettagliato dei report sugli incidenti, ha permesso di comprendere la natura dei sinistri e di individuarne i potenziali fattori di pericolo.

A seguito di tale analisi, è stato possibile costruire, per ciascuno degli eventi incidentali, il relativo albero delle cause. Con tale tecnica si sono rappresentati gli eventi, a partire dalla loro tipologia (ad esempio, incendio dovuto a collisione tra i veicoli), attraverso vari rami di livello inferiore, fino all'individuazione di una o più cause primarie (ad esempio, elevata velocità).

A titolo d'esempio, sono riportati nelle Figure 2, 3 e 4 gli alberi delle cause relativi a tre incidenti (Frèjus - 04.06.2005, Isola delle Femmine - 18.03.1996 e San Martino - 10.09.2007), rappresentativi, rispettivamente, delle seguenti tipologie di incendio: autonomo, dovuto a collisione tra veicoli, causato da collisione con ostacolo fisso.

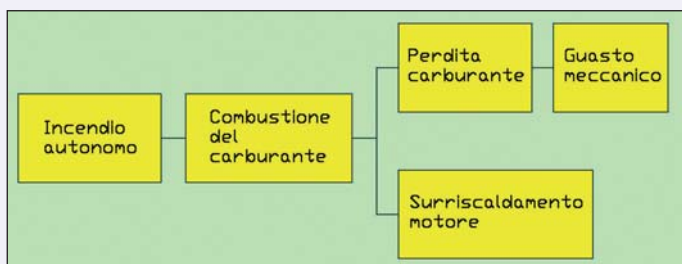


Figura 2 - L'albero delle cause relativo all'incendio nel tunnel del Frèjus (Francia, 2005)

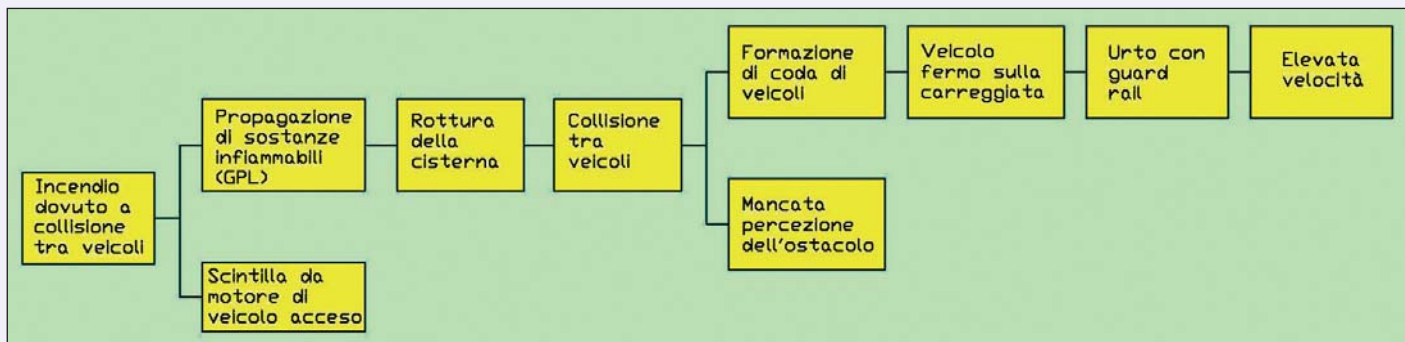


Figura 3 - L'albero delle cause relativo all'incendio nella galleria di Isola delle Femmine (Italia, 1996)



Figura 4 - L'albero delle cause relativo all'incendio nel tunnel di San Martino (Italia, 2007)

Nella Tabella alla pagina seguente è riportato l'intero database contenente i 76 incidenti con incendio verificatisi dal 1949 ad oggi. Occorre precisare che la colonna con l'intestazione "Veicolo origine dell'incendio", contiene le informazioni in merito al tipo di veicolo (leggero o pesante) che ha dato inizio all'incendio; in particolare, nel caso di incendio autonomo, ci si riferisce al mezzo di trasporto che ha preso fuoco, mentre, negli altri casi si è considerato il veicolo che ha innescato il fenomeno incidentale (ad esempio, il veicolo che ne ha tamponato un altro).

I risultati dell'analisi statistica dei dati incidentali

Le principali considerazioni che si possono svolgere a seguito dell'analisi dei risultati ottenuti dal trattamento statistico dei dati contenuti nel database sono: gli incidenti con danni alle persone (quelli con morti e/o feriti) costituiscono complessivamente la percentuale più elevata (circa il 60%); mentre gli incendi che hanno provocato solo danni materiali si sono manifestati con una percentuale pari a circa il 40% (Figura 5). Il fatto che la percentuale di incidenti con soli danni mate-

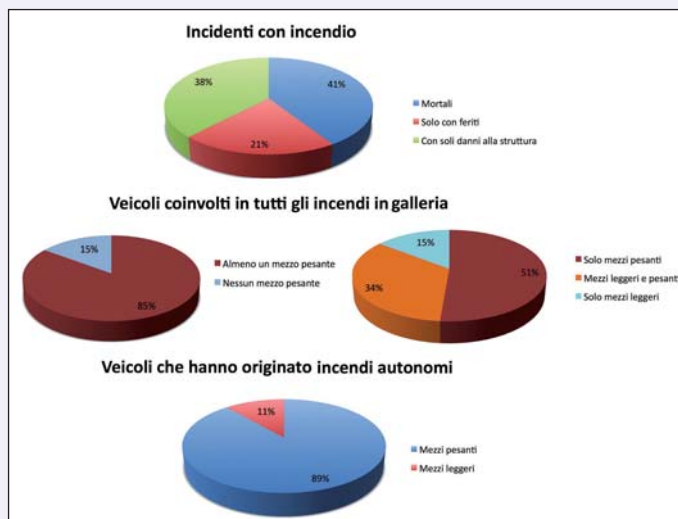


Figura 5 - I diagrammi a torta relativi alle statistiche incidentali generali

riali risultati cospicua è in parte imputabile ai dispositivi di sicurezza presenti nelle gallerie e, in parte, alle azioni di pronto intervento svolte sia dal personale specializzato, sia dai conducenti stessi. Molti report, infatti, descrivono scenari in cui le azioni da parte dei Vigili del Fuoco o da parte degli utenti dei veicoli hanno bloccato rapidamente l'evolversi delle fiamme, preservando così l'incolumità delle persone (in tali casi solo le strutture sono rimaste danneggiate).

Data	Nazione	Denominazione del tunnel	Lunghezza	Veicolo origine incendio	Veicoli coinvolti		Conseguenze		Origine incendio	Probabile causa iniziatrice
					Leggeri	Pesanti	Feriti	Morti		
13.05.1949	USA	Holland	3.555 m	Pesante	13	10	66	0	Sversam. sostanza infiamm.	Perdita sostanze trasportate
01.01.1965	USA	Blue Mountain	1.300 m	Pesante	0	1	0	0	Autonoma	Guasto al motore
06.03.1967	Giappone	Suzuka	244 m	Pesante	0	13	2	0	Autonoma	Guasto al motore
31.08.1968	Germania	Moorfleet	243 m	Pesante	0	1	0	0	Autonoma	Guasto ai freni
01.10.1970	USA	Wallace	1.000 m	Leggero	1	0	0	0	Autonoma	Sconosciuta
28.01.1974	Francia-Italia	Monte Bianco	11.600 m	Pesante	0	1	1	0	Autonoma	Sconosciuta
03.04.1974	USA	Chesapeake	5.450 m	Pesante	0	1	1	0	Ribaltamento	Scoppio pneumatico
14.08.1975	Spagna	Guadarrama	3.330 m	Pesante	0	1	0	0	Sconosciuta	Sconosciuta
11.08.1976	Francia	Porta d'Italia	430 m	Pesante	0	1	12	0	Sconosciuta	Elevata velocità
21.09.1976	Svizzera	San Bernardino	6.600 m	Pesante	0	1	0	0	Autonoma	Sconosciuta
15.04.1978	Francia - Italia	Monte Bianco	11.600 m	Pesante	0	1	1	0	Autonoma	Sconosciuta
11.08.1978	Olanda	Velser	770 m	Pesante	4	2	5	5	Collisione tra veicoli	Sconosciuta
11.07.1979	Giappone	Nihonzaka	2.045 m	Pesante	173	4	1	7	Collisione tra veicoli	Sconosciuta
17.04.1980	Giappone	Kajiwara	740 m	Pesante	0	2	0	1	Sconosciuta	Sconosciuta
15.07.1980	Giappone	Sakai	459 m	Pesante	10	1	5	5	Collisione tra veicoli	Sconosciuta
17.09.1981	Francia - Italia	Monte Bianco	11.600 m	Pesante	0	1	1	0	Autonoma	Guasto al motore
07.04.1982	USA	Caldecott	1.080 m	Leggero	4	4	4	7	Collisione tra veicoli	Stato psico-fisico guidatore
03.11.1982	Afghanistan	Salang	2.700 m	Pesante	N.D.	2	0	400	Collisione tra veicoli	Sconosciuta
01.02.1983	Italia	Pecorile	662 m	Pesante	10	1	22	9	Collisione tra veicoli	Sconosciuta
03.02.1983	Francia - Italia	Frejus	12.868 m	Pesante	0	1	0	0	Autonoma	Rottura del cambio
01.07.1984	Austria	Felbertauern	5.130 m	Pesante	0	1	0	0	Autonoma	Grippaggio dei freni
02.04.1984	Svizzera	San Gottardo	16.918 m	Pesante	0	1	0	0	Autonoma	Guasto al motore
09.09.1986	Francia	L'Arme	1.105 m	Leggero	4	1	5	3	Collisione tra veicoli	Elevata velocità
30.12.1986	Austria	Herzogberg	2.007 m	Pesante	0	1	0	0	Autonoma	Guasto ai freni
18.02.1987	Svizzera	Gumefens	340 m	Pesante	5	3	3	2	Collisione tra veicoli	Sconosciuta
17.09.1988	Francia - Italia	Monte Bianco	11.600 m	Pesante	0	1	0	0	Autonoma	Guasto al motore
11.01.1990	Francia - Italia	Monte Bianco	11.600 m	Pesante	0	1	2	0	Autonoma	Sconosciuta
19.08.1990	Norvegia	Røldal	4.656 m	Pesante	0	1	1	0	Autonoma	Surriscaldamento motore
01.02.1993	Italia	Serra Ripoli	442 m	Leggero	11	5	4	4	Collisione tra veicoli	Sconosciuta
01.06.1993	Norvegia	Vardo	2.892 m	Leggero	1	0	0	0	Autonoma	Sconosciuta
13.06.1993	Norvegia	Hovden	1.290 m	Leggero	3	0	5	0	Collisione tra veicoli	Sconosciuta
27.02.1994	Sud Africa	Huguenot	3.914 m	Pesante	0	1	28	1	Autonoma	Guasto elettrico
14.04.1994	Francia	Castellar	570 m	Pesante	0	1	0	0	Ribaltamento	Scoppio pneumatico
05.07.1994	Svizzera	San Gottardo	16.918 m	Pesante	0	1	0	0	Autonoma	Cedimento piano di carico
15.10.1994	Inghilterra	Kingsway	2.400 m	Pesante	0	1	0	0	Autonoma	Sconosciuta
10.04.1995	Austria	Pfander	6.719 m	Leggero	1	2	4	3	Collisione tra veicoli	Stato psico-fisico guidatore
18.03.1996	Italia	Isola Femmine	148 m	Leggero	18	2	20	5	Collisione tra veicoli	Elevata velocità
21.08.1996	Norvegia	Ekeberg	1.400 m	Pesante	0	1	0	0	Autonoma	Guasto al motore
13.01.1997	Italia	Prapontin	4.900 m	Pesante	0	1	5	0	Autonoma	Guasto ai freni
17.09.1997	Svizzera	San Gottardo	16.918 m	Pesante	0	1	0	0	Autonoma	Surriscaldamento motore
31.10.1997	Svizzera	San Gottardo	16.918 m	Pesante	0	1	1	0	Autonoma	Surriscaldamento motore
08.09.1998	Austria	Gleinalm	8.320 m	Pesante	0	2	0	0	Autonoma	Corto circuito nel veicolo
24.03.1999	Francia - Italia	Monte Bianco	11.600 m	Pesante	11	25	0	39	Autonoma	Perdita olio da motore
29.05.1999	Austria	Tauern	6.401 m	Pesante	23	16	50	12	Collisione tra veicoli	Distanza di sicurezza inadeguata
30.08.1999	Germania	Candid	252 m	Leggero	1	0	0	0	Autonoma	Guasto al motore
10.01.2000	Austria	Tauern	6.401 m	Pesante	0	1	0	0	Autonoma	Sconosciuta
29.05.2000	Hong Kong	Cross-harbour	1.860 m	Leggero	1	0	0	0	Autonoma	Guasto al motore
14.07.2000	Norvegia	Seljestad	1.272 m	Pesante	7	1	26	0	Collisione tra veicoli	Elevata velocità
29.07.2000	Norvegia	Rotsethorn	1.200 m	Pesante	2	0	0	2	Collisione tra veicoli	Sconosciuta
24.08.2000	Germania	Saukopftunnel	2.715 m	Leggero	1	0	0	0	Autonoma (imbocco)	Guasto meccanico
28.09.2000	Norvegia	Oslofjord	7.390 m	Pesante	0	1	0	0	Autonoma	Sconosciuta
27.11.2000	Norvegia	Laerdal	24.501 m	Pesante	0	1	0	0	Autonoma	Guasto meccanico
28.05.2001	Italia	Prapontin	4.409 m	Pesante	0	1	19	0	Autonoma	Guasto ai freni
10.07.2001	Austria	Tauern	6.401 m	Leggero	2	0	0	0	Collisione tra veicoli	Errore umano
29.07.2001	Austria	Gleinalm	8.320 m	Pesante	0	1	0	0	Collisione tra veicoli	Guasto al motore
06.08.2001	Austria	Gleinalm	8.320 m	Leggero	2	0	5	5	Collisione tra veicoli	Errore umano

Data	Nazione	Denominazione del tunnel	Lunghezza	Veicolo origine incendio	Veicoli coinvolti		Conseguenze		Origine incendio	Probabile causa iniziatrice
					Leggeri	Pesanti	Feriti	Morti		
03.09.2001	Austria	Gleinalm	8.320 m	Pesante	0	1	0	0	Autonoma	Sconosciuta
24.10.2001	Svizzera	San Gottardo	16.918 m	Pesante	11	13	65	11	Collisione tra veicoli	Sconosciuta
18.01.2002	Austria	Tauern	6.401 m	Pesante	0	1	0	0	Autonoma	Guasto al motore
19.05.2002	USA	Ted Williams	2.575 m	Pesante	0	1	Vari	0	Autonoma	Guasto elettrico
03.11.2002	Nuova Zelanda	Homer	1.270 m	Pesante	0	1	3	0	Autonoma	Guasto al motore
25.07.2003	Slovenia	Locica	771 m	Pesante	0	1	0	0	Autonoma (imbocco)	Sconosciuta
10.11.2003	Norvegia	Fløyfjell	3.100 m	Leggero	1	0	0	1	Collisione con ostacolo	Sconosciuta
20.12.2003	Slovenia	Golovec	595 m	Pesante	0	1	0	0	Autonoma	Guasto turbocompressore
18.01.2004	Francia	Dullin	1.536 m	Pesante	0	1	0	0	Autonoma	Guasto al motore
03.02.2004	Belgio	Cointe	1.360 m	Pesante	0	1	0	0	Autonoma	Sconosciuta
21.02.2004	Francia	Frèjus	12.895 m	Pesante	0	1	0	0	Autonoma	Guasto ai freni
14.04.2004	Svizzera	Baregg	1.140 m	Pesante	1	3	5	1	Collisione tra veicoli	Elevata velocità
04.06.2005	Francia	Frèjus	12.895 m	Pesante	0	7	21	2	Autonoma	Guasto meccanico
25.12.2005	Germania	Mauernried	N.D.	Leggero	2	0	4	5	Collisione tra veicoli	Errore umano
16.09.2006	Svizzera	Viamala	742 m	Leggero	6	1	5	9	Collisione tra veicoli	Ostacolo sulla carreggiata
26.10.2006	Norvegia	Eidsvoll	1.170 m	Leggero	Vari	1	1	1	Collisione tra veicoli	Elevata velocità
21.11.2006	Svizzera	Crapteig	2.171 m	Pesante	0	1	0	0	Autonoma	Guasto meccanico
23.03.2007	Australia	Burnley	3.500 m	Pesante	4	3	3	3	Collisione tra veicoli	Ostacolo
10.09.2007	Italia	San Martino	4800 m	Pesante	Vari	1	137	2	Collisione con pareti	Sconosciuta
12.10.2007	USA	Interstate 5	N.D.	Pesante	0	15	10	0	Collisione tra veicoli	Superficie bagnata

Il database degli incendi in galleria nel mondo (1949-2007)

L'85% degli incidenti ha visto il coinvolgimento di almeno un mezzo pesante e solo il 15% ha interessato esclusivamente i veicoli leggeri. Gli incendi per autocombustione del mezzo, sono, di fatto, eventi caratteristici dei mezzi pesanti; infatti, come si evince in Figura 5, quasi il 90% degli incendi autonomi ha riguardato i veicoli pesanti. Gli incendi autonomi sono quelli più frequenti, con una percentuale vicina al 60% che è quasi il doppio di quella relativa agli incendi causati dall'urto tra veicoli; per contro, la gravità delle conseguenze è nettamente maggiore nel caso degli incendi dovuti a collisione. Si può notare, infatti, come il 70% dei morti sia associato agli incendi per collisione (tra veicoli e con ostacoli) contro il 30% delle persone decedute a seguito di incendi autonomi. Anche per i feriti si riscontrano percentuali analoghe: 70% negli incendi dovuti a collisione, 15% negli incendi per autocombustione.

In merito ai tassi di lesività, si può notare che, nel caso degli incendi per collisione, si manifestano circa quattro morti/incidente e dieci feriti/incidente mentre, con riferimento agli incendi autonomi, si hanno valori molto più bassi (un morto/incidente, due feriti/incidente). La spiegazione della notevole percentuale degli incendi autonomi è da ricercarsi principalmente nella frequenza elevata dei guasti ai mezzi pesanti (i guasti al motore portano spesso all'innesco di incendi per effetto delle elevate temperature raggiunte dagli oli o per l'incremento esponenziale delle velocità di combustione, così come i cortocircuiti all'impianto elettrico danno origine a scintille che possono raggiungere anche distanze ragguardevoli coinvolgendo le parti infiammabili dei veicoli). I mezzi pesanti, infatti, a causa dell'elevato regime di sollecitazioni agli impianti di trazione e di frenatura, sono statisticamente più "danneggiabili" delle autovetture, con le conseguenze di cui si è detto. La maggiore gravità dei danni susseguenti all'insorgere di incendi dovuti a collisione, invece, è riconducibile

al fatto che gli urti tra veicoli (principalmente tamponamenti, spesso multipli, e scontri frontali) comportano sempre l'interazione tra più mezzi di trasporto e la produzione di carichi termici che, soprattutto nel caso di coinvolgimento di mezzi pesanti, possono anche raggiungere le centinaia di Megawatt, con conseguenze devastanti per i veicoli coinvolti e per le strutture. La lunghezza dei tunnel sembra giocare un ruolo importante nel condizionare sia il verificarsi degli incidenti, sia la gravità degli stessi. I maggiori valori dei tassi di incidentalità (circa il 20%) si riscontrano sia per le gallerie di lunghezza inferiore a 1 km, sia per quelle lunghe oltre i 10 km. Anche le percentuali di mortalità (circa il 30% per le gallerie brevi e circa il 35% per quelle lunghe) e di ferimento (15% sia per i tunnel di lunghezza minore di 1 km, sia per le gallerie lunghe più di 10 km), risultano più elevate per le gallerie appartenenti agli estremi superiore e inferiore del range di lunghezza.

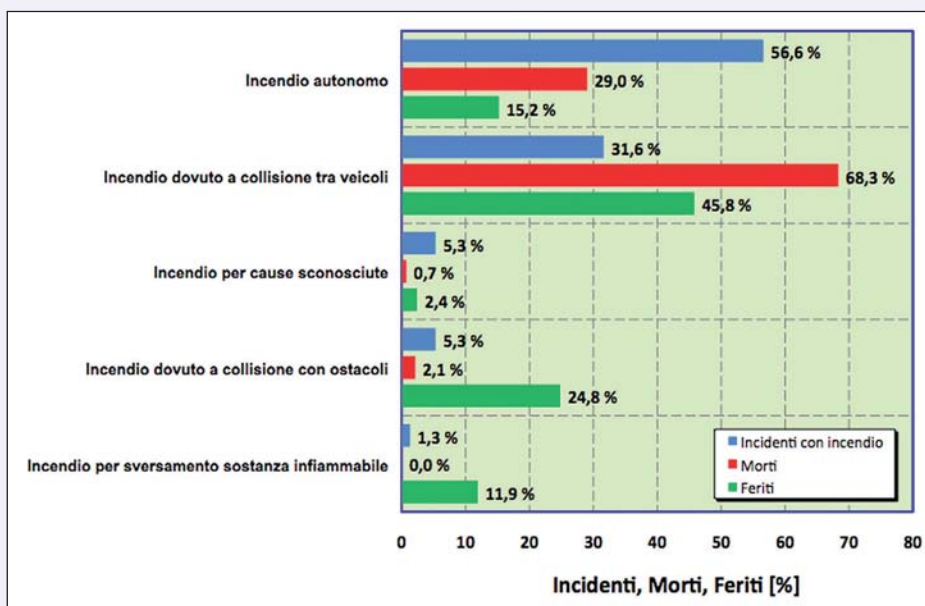


Figura 6 - La distribuzione statistica delle diverse tipologie di incendio e delle loro conseguenze

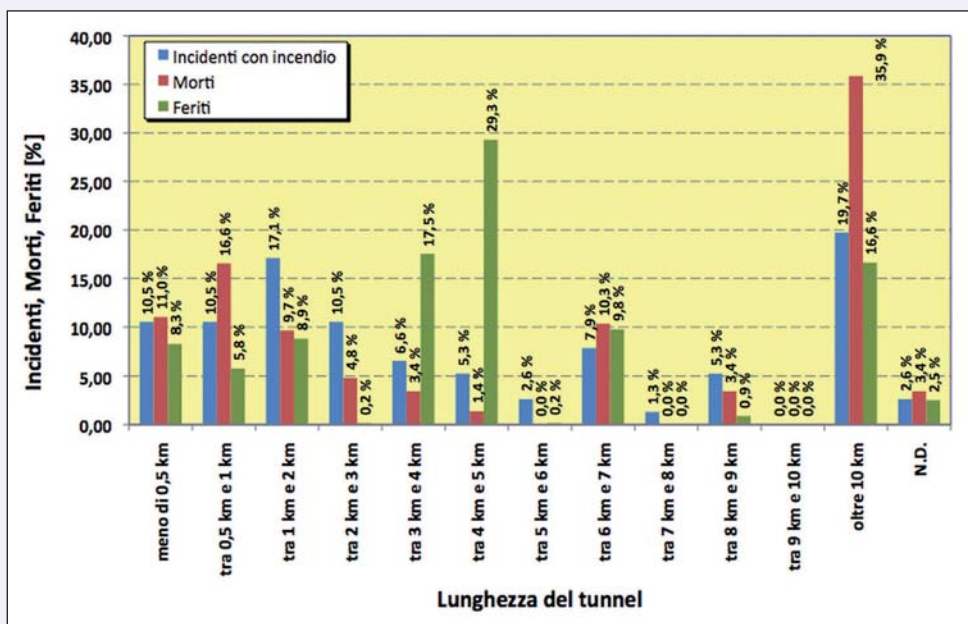


Figura 7 - La distribuzione statistica parametri incidentali in relazione alla lunghezza delle gallerie

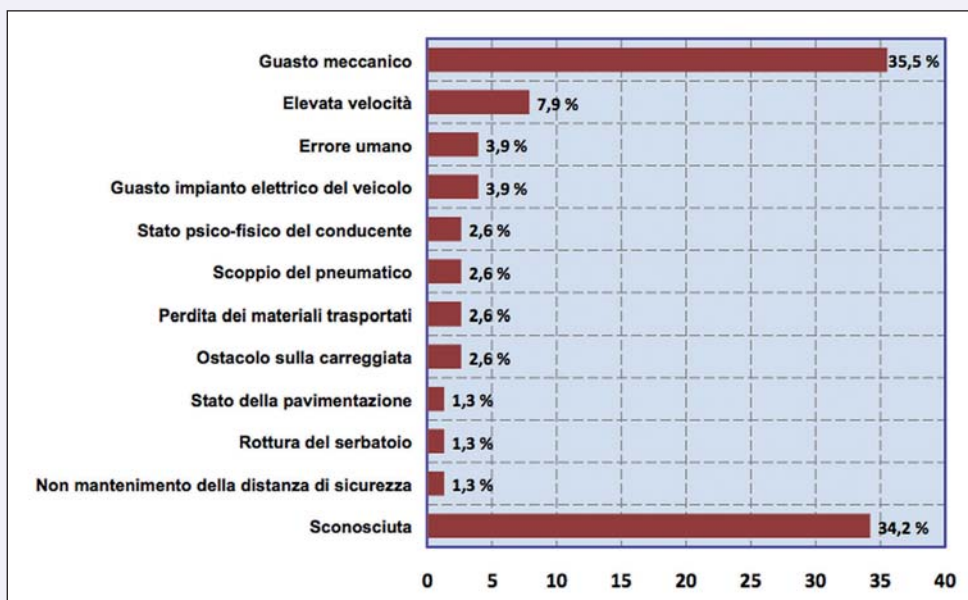


Figura 8 - La distribuzione statistica delle cause primarie di incendio nei tunnel stradali

Questo livello di pericolosità equivalente per le gallerie brevi e per quelle molto lunghe è probabilmente da ricercarsi nelle differenti tipologie di incidenti prevalenti in tali configurazioni. I tunnel di lunghezza inferiore a 1 km sono interessati prevalentemente da incendi dovuti a collisioni tra veicoli o con ostacoli (circa il 60%), mentre le gallerie più lunghe di 10 km sono caratterizzate, per oltre il 90%, da incendi autonomi.

Nel primo caso è immaginabile lo scenario in cui i veicoli, a causa della modesta estensione dei tunnel, si sentono portati a tenere comportamenti non troppo cautelativi in rapporto all'ambiente confinato in cui stanno per immergersi, dando così origine, con frequenza significativa, a eventi incidentali come tamponamenti e urti frontali. Nel secondo caso, invece, gli utenti sono indotti, dalla notevole lunghezza del tunnel, ad assumere un comportamento di guida più prudente, riducendo le velocità di marcia e adottando distanze di sicurezza adeguate; in tal caso, si riducono gli incidenti dovuti alle interazioni veicolari, mentre risulta elevata la probabilità che i guasti

all'origine della combustione dei mezzi di trasporto, avvengano lungo il notevole sviluppo longitudinale del tracciato in sotterraneo.

Le cause predominanti degli incendi in galleria (circa il 45%) sono rappresentate dagli inconvenienti ai mezzi di trasporto (guasti meccanici e all'impianto elettrico, rottura del serbatoio, scoppio degli pneumatici); circa il 15% delle cause sono da imputare al fattore umano (errori nella condotta di guida, imperizia nell'allestimento dei carichi, elevate velocità, non mantenimento della distanza di sicurezza); il 5% degli eventi iniziatori di incidenti si può riferire a situazioni connesse con lo stato della pavimentazione e con la presenza di ostacoli sulla carreggiata. Si noti, inoltre, come circa il 35% delle cause iniziatrici degli incendi sia stato etichettato come "sconosciuto"; ciò, da un lato è da attribuire alle difficoltà oggettive nella ricostruzione di incidenti devastanti quali sono, spesso, quelli che degenerano nell'incendio all'interno del tunnel, dall'altro lato, però, un ruolo fondamentale nel determinare le incertezze interpretative degli incidenti è da assegnare all'inadeguatezza di certi report, poco dettagliati, e nella scarsa diffusione di altri (Figura 8).

Alla luce di quest'ultima osservazione assume una rilevanza ancor più grande il ruolo dei guasti ai veicoli come causa principale di incendio; infatti gli inconvenienti di varia natura occorsi ai mezzi di trasporto (prevalentemente veicoli commerciali) rappresentano ben il 70% delle cause di incendio "conosciute". Ciò dovrebbe far riflettere in merito alla necessità oggettiva di attuare,

in maniera capillare, una strategia di controllo dei mezzi pesanti che si apprestano a percorrere i tunnel stradali (soprattutto quelli più lunghi e maggiormente trafficati), non solo ai fini di verificare il trasporto di merci pericolose ma anche per testarne il livello di efficienza e di vetustà.

Conclusioni

L'indagine svolta nel presente contributo ha permesso di evidenziare, in primo luogo, come il problema degli incendi in galleria sia strettamente legato alla presenza dei mezzi pesanti; il coinvolgimento di tali veicoli è infatti riscontrabile nella quasi totalità degli incendi autonomi (oltre che in buona parte delle altre tipologie di incidente). I guasti (meccanici, elettrici, ecc.) occorsi ai mezzi commerciali, come si è avuto modo di appurare tramite l'analisi condotta con la tecnica dell'albero delle cause, costituiscono, inoltre, la causa certa di innesco degli incendi nella maggior parte degli eventi incidentali.

L'analisi disaggregata dei dati di incidente, poi, si è rivelata uno strumento particolarmente utile per la comprensione delle dinamiche incidentali che danno origine agli incendi nei tunnel stradali, permettendo di superare i limiti delle tradizionali analisi aggregate che, invece, consentono una semplice rappresentazione didascalica dei fenomeni sinistrosi, non fornendo alcuna chiave di lettura in termini delle possibili cause potenziali di incendio. In tale contesto, è auspicabile una più ampia diffusione dei report incidentali, in modo tale da garantire ai ricercatori una maggiore possibilità di attingere a tali dati, anche al fine di poter elaborare tecniche più raffinate ed efficaci, mirate alla prevenzione dei fenomeni incidentali, nonché alla predisposizione di interventi di sicurezza passiva nei tunnel. Un altro aspetto non trascurabile riguarda l'esigenza di report maggiormente dettagliati, i quali assicurerebbero un adeguato livello di attendibilità nell'identificazione delle cause e permetterebbero di "abbattere" la percentuale (attualmente troppo elevata) delle cause classificate come sconosciute.

Si ribadisce infine come, per l'effettuazione dell'analisi del rischio ai sensi del D.Lvo. n° 264/2006, occorra necessariamente stimare la probabilità di accadimento degli eventi critici attraverso la metodologia dell'albero dei guasti, in quanto, così come dimostra il numero di incidenti riportati nel database, la possibilità di semplificare la stima di tale probabilità attraverso un procedimento basato sulla valutazione delle frequenze di accadimento non è supportata da un campione statisticamente valido dei dati di incidentalità. In effetti, nonostante il database contenga i dati relativi a quasi 80 eventi, e sia quindi notevolmente più completo di quelli che vengono riportati nella letteratura del settore, non può assolutamente ritenersi adatto a consentire la valutazione rigorosa della probabilità con cui si verifica ciascuno degli eventi critici indicati nel Decreto. ■

BIBLIOGRAFIA

- [1]. D.Lvo. 05.10.2006, n° 264 (G.U. 9.10.2006, n° 235 S.O.). "Attuazione della direttiva 2004/54/CE in materia di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea". In vigore dal 10 Ottobre 2006.
- [2]. ANAS, Fastigi. "Linee guida per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali". "S&A" n° 61/2007.
- [3]. A. Beard, R.O. Carvel - "The Handbook of Tunnel Fire Safety". Thomas Telford, Ltd. March 2005.
- [4]. S. Canale, S. Leonardi - "Nuove aspettative di sicurezza per le gallerie stradali: il contributo della ricerca scientifica". Atti dell'XI Convegno S.I.I.V. Verona, 28/30 Novembre 2001.
- [5]. R.O. Carvel - "Fire size in tunnels". Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy. Heriot-Watt University School of the Built Environment Division of Civil Engineering Riccarton, Edinburgh, EH14 4AS, September 2004.
- [6]. C. D'Alessio, F. Matarese, I. Neri - "Tunnel accident data and review of accident investigation methodologies". D4.5 Report. First Deliverable to EU - Part I. March 2005.

** Professore Ordinario e Docente di Teoria delle Infrastrutture Viarie presso il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Catania*

*** Dottore di Ricerca in Ingegneria delle Infrastrutture Viarie e Assegnista presso il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Catania*

**** Ricercatore e Docente di Infrastrutture Viarie Urbane e Metropolitane presso il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Catania*