Zeitschrift: Archi : rivista svizzera di architettura, ingegneria e urbanistica = Swiss review of architecture, engineering and urban planning

Herausgeber: Società Svizzera Ingegneri e Architetti

Band: - (2008)

Heft: 4

Artikel: Lugano e Gibilterra, Monte Bianco e Gottardo : la sicurezza nelle gallerie stradali e ferroviarie

Autor: Bettelini, Marco

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-134016

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Lugano e Gibilterra, Monte Bianco e Gottardo: la sicurezza nelle gallerie stradali e ferroviarie

Marco Bettelini*

La galleria Vedeggio-Cassarate di Lugano, la galleria sotto lo stretto di Gibilterra, il traforo del Monte Bianco e la galleria di base del San Gottardo: quattro esempi tra tanti per illustrare l'appassionante mestiere dell'ingegnere di sicurezza nel settore delle gallerie. Si tratta di realizzazioni molto diverse, accomunate da problematiche di sicurezza diverse ma che perseguono obiettivi comuni e richiedono approcci del tutto analoghi. Mi permetterò di parlarne dal punto di chi si occupa (assieme a tanti, tanti altri) della sicurezza strutturale di queste importanti opere. Un punto di vista dunque particolare, che privilegia taluni aspetti tecnici mettendo in secondo piano aspetti organizzativi e gestionali certamente altrettanto importanti. Vorrei, con questi esempi, illustrare alcune sfaccettature della problematica della sicurezza in galleria.

Strutture diverse...

Alcuni dei dati chiave delle gallerie menzionate sono riassunti nella tabella 1.

In condizioni normali di funzionamento ci possiamo aspettare di trovare in galleria mediamente (in prima approssimazione!) sia per la galleria di Lugano che per il traforo del Monte Bianco ca. 70 veicoli con 100-150 persone ripartite lungo tutta la lunghezza. Ognuno dei treni che transiteranno attraverso l'asse del San Gottardo potrà avere a bordo a bordo fino a 500-1'000 passeggeri (esempio ETR 470 «Pendolino»: 9 carrozze, 475 posti seduti, lunghezza 237 m, peso 800 t) mentre sulla dozzina di treni contemporaneamente in transito attraverso la galleria di Gibilterra avremo fino a 1'400 persone per treno. Dal punto di vista dei veicoli pesanti e delle merci la situazione è analoga, con enormi concentrazioni nel caso del trasporto ferroviario (Fig. 1).

Le ovvie differenze tra le diverse modalità di trasporto si rispecchiano anche nei diversi tassi di incidentalità, inferiori in Svizzera di circa un fattore 20 per i mezzi pubblici (ferrovia, tram, bus) rispetto al traffico individuale. Nel 2004 ad esempio si sono registrati in Svizzera 265 feriti (di cui 251 legati ai bus, con un morto) per 20.2 miliardi di persone-km nel settore del trasporto pubblico e 26'735 (con 415 morti) per 91.9 miliardi di persone-km dovuti al traffico individuale. Il tasso di incidentalità per miliardo di persone-km era dunque di ca. 13 per il trasporto pubblico contro circa 290 per il traffico individuale.

Galleria	Lugano	Gibilterra	Monte Bianco	San Gottardo
Lunghezza	2.8 km	38 km	12.6 km	57 km
Tipo	stradale	ferroviaria	stradale	ferroviaria
Traffico	bidirezionale	unidir. alternato	bidirezionale	unidirezionale
Volumi traffico	26'000 veicoli/24 h	120 treni/24 h	4'900 veicoli/24 h	max. 300 treni/24 h
Merci	4% veicoli pesanti	25% merci	33% veicoli pesanti	75% merci
Situazione	in costruzione apertura 2011	progetto preliminare	aperta nel 1965 rinnovo 1999-2001	in costruzione apertura 2017

Tab. 1 – Dati chiave di alcune gallerie stradali e ferroviarie

	Velocità massima (km/)	Carico massimo di aggancio (t)	Lunghezza massima inclusa locomotiva (m)
Treni merci speciali	≥160	1200	450
Traffico combinato senza accompagnamento	120	2000–4000	750–1500
Trasporto automezzi	120	2000–4000	750–1500
Trasporto carichi su gomma	100–120	2000–3200	750

Fig. 1 – Treni merci previsti sulla nuova trasversale alpina del San Gottardo

...con obiettivi comuni

Gli obiettivi primari sono in ogni caso:

- limitare la frequenza di incidenti e di incendi con opportune misure preventive;
- rilevare velocemente e gestire al meglio i fumi, con un'impiantistica adeguata;
- dare a tutti gli utenti una possibilità di fuggire dalla zona pericolosa;
- favorire lo sforzo dei servizi di pronto intervento.

Anche l'approccio metodologico è perfettamen-

te congruente e comprende, in entrambi i casi, i passi seguenti:
- definizione degli obiettivi di progetto;
- ipotesi strutturali, eventualmente formulazione di varianti;
- analisi della propagazione di fumi (unidimensionale, tridimensionale);
- analisi dell'evacuazione (sommaria o sulla base di un software complesso di simulazione);
- verifica del raggiungimento degli obiettivi prefissati;
- se necessario, adeguamento strutturale e nuova analisi;
- approfondimento degli aspetti ingegneristici in funzione della fase di progettazione.

Sicurezza centralizzata...

La creazione di stazioni di emergenza sotterranee costituisce la risposta naturale alle sfide poste dalle lunghe gallerie ferroviarie: elevate concentrazioni di passeggeri, merci pericolose in grande quantità, spazi esigui e lunghi tempi di intervento. L'adozione di misure di sicurezza importanti distribuite lungo l'intera galleria sarebbe economicamente proibitiva e non si giustifica in considerazione della bassa frequenza di incidenti e di incendi. Gli elementi fondamentali che caratterizzano tali stazioni sono: possibilità di fuga (collegamenti trasversali a distanza ravvicinata, luoghi sicuri temporanei adeguatamente protetti, illuminazione, segnalazione, comunicazione ecc.), possibilità di intervento e di evacuazione, ventilazione (pressurizzazione delle vie di fuga con immissione di aria fresca, estrazione dei fumi) ecc.
Il successo di questa strategia è naturalmente legato alla capacità di un treno in difficoltà di continuare la marcia per una tratta sufficiente per lasciare la galleria o raggiungere una stazione opportunamente attrezzata. La direttiva 2008/163/CE dell'Unione Europea impone dunque per tutte le gallerie di lunghezza superiore a 5 km della Rete transeuropea materiale rotabile di categoria B, con capacità di operare per 15 minuti anche in caso di incendio. La distanza «tipica» tra le stazioni di emergenza è dunque di ca. 20 km (15' a 80 km/h). Due esempi sono illustrati nelle Fig. 2 e Fig. 3. Si noti, nonostante il diverso layout, la presenza di elementi costruttivi analoghi che garantiscono funzionalità identiche.
La sicurezza lungo la tratta corrente è garantita con misure più ridotte: marciapiedi laterali di fuga, collegamenti trasversali, illuminazione, segnaletica, ventilazione longitudinale ecc. L'interdistanza tra i collegamenti trasversali è tipicamente dell'ordine di 300-400 m: 325-333 m (Gottardo e Lötschberg), 340 m (Gibilterra), 375 m (Manica), 400 m (Torino-Lione), con un massimo di 500 m (direttiva europea 2008/163/CE e SIA 197/1).

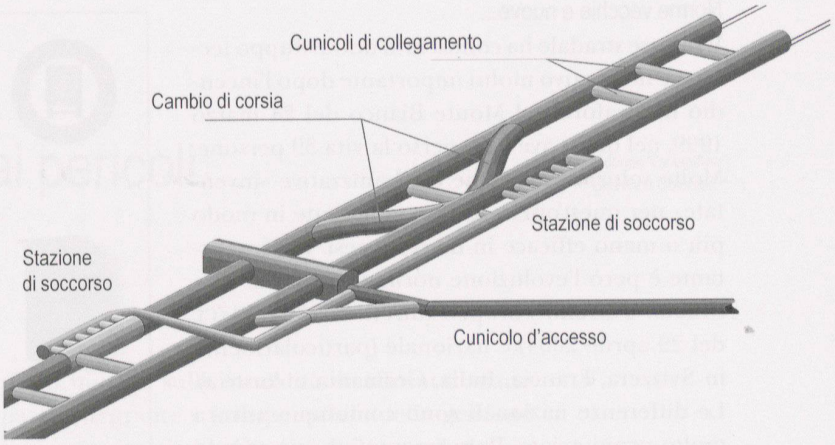

Fig. 2 – Stazione multifunzionale di Faido della galleria di base del San Gottardo. L'arresto dei treni avviene nelle due stazioni di soccorso, la fuga attraverso i 6 collegamenti trasversali, l'evacuazione a mezzo treno dalla stazione di soccorso opposta. Le stazioni sono dotate di un impianto di ventilazione particolarmente potente per un controllo ottimale della propagazione dei fumi.

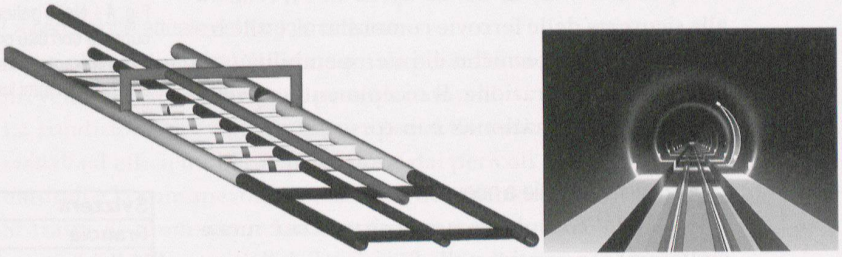

Fig. 3 – «ZAS» (Zone d'Arrêt Sécurisée) prevista nella parte centrale della galleria di Gibilterra. Rispetto alle grandi trasversali alpine si è adottato un layout semplificato, frutto di un'ottimizzazione funzionale, tecnica ed economica.

... o sicurezza decentralizzata

Le esigenze legate al traffico stradale, nel quale persone, veicoli e merci sono necessariamente ripartiti lungo l'intera galleria, richiedono soluzioni «distribuite». Questo si applica a tutti gli elementi di sicurezza: telefono SOS, estintori e idranti ogni 150 m, piazzole di sosta ogni 600-900 m, vie di fuga ogni 300-500 m (tipicamente 300 m in caso di gallerie a doppia canna), evacuazione liquidi continua, rilevamento incendio continuo, aspirazione fumi (se prevista) disponibile (grazie a canali continui con serrande disposte a distanze regolari di un centinaio di metri) su tutta la lunghezza ecc. Le possibilità di rilevamento incendio, controllo della propagazione fumi, fuga, intervento ecc. sono di principio indipendenti dalla posizione dell'incendio. La galleria Vedeggio-Cassarate (Fig. 4) è in questo senso perfettamente rappresentativa per gallerie stradali moderne di media lunghezza.

Norme vecchie e nuove...

Il settore stradale ha conosciuto uno sviluppo tecnico e normativo molto importante dopo l'incendio nel traforo del Monte Bianco del 24 marzo 1999, nel quale avevano perso la vita 39 persone. Molte soluzioni tecniche e organizzative «inventate» per quest'opera sono state imitate in modo più o meno efficace in diversi paesi. Più importante è però l'evoluzione normativa che ne è risultata, a livello europeo (direttiva 2004/54/CE del 29 aprile 2004) e nazionale (particolarmente in Svizzera, Francia, Italia, Germania e Austria). Le differenze nazionali sono comunque ancora molto pronunciate. Rappresentativa è in questo senso la ventilazione (Fig. 5).

L'unificazione normativa nel settore della sicurezza ferroviaria è molto meno avanzata ma sta conoscendo impulsi notevoli grazie alla direttiva europea 2004/49/CE del 29 aprile 2004, relativa alla sicurezza delle ferrovie comunitarie, e alle relative specifiche tecniche di interoperabilità (STI) in corso di elaborazione. Il recepimento a livello delle normative nazionali è in corso.

... per gallerie vecchie e nuove

Il lavoro del consulente per la sicurezza è meravigliosamente creativo nelle fasi iniziali della progettazione di una nuova struttura. Pur in considerazione delle limitazioni economiche e, particolarmente nel caso di strutture realizzate in contesti urbani, logistiche, è spesso possibile creare delle strutture con livelli di sicurezza molto elevati. Compromessi più importanti sono necessari in strutture esistenti, nelle quali il lavoro è reso estremamente difficile da limitazioni di fondo: larghezza della carreggiata, sezione dei canali di ventilazione, mancanza di vie di fuga ecc. La combinazione tra visioni ad ampio respiro e limitazioni drastiche su taluni aspetti richiedono approcci molto creativi. Questo è stato il fascino particolare e inimitabile del rinnovamento del traforo del Monte Bianco.

Anche in contesti difficili occorre ricordare le proprie responsabilità etiche. Applichiamo dunque anche nel campo della sicurezza la massima di Francesco De Sanctis: «Prima di essere ingegneri voi siete uomini».

* Lombardi SA

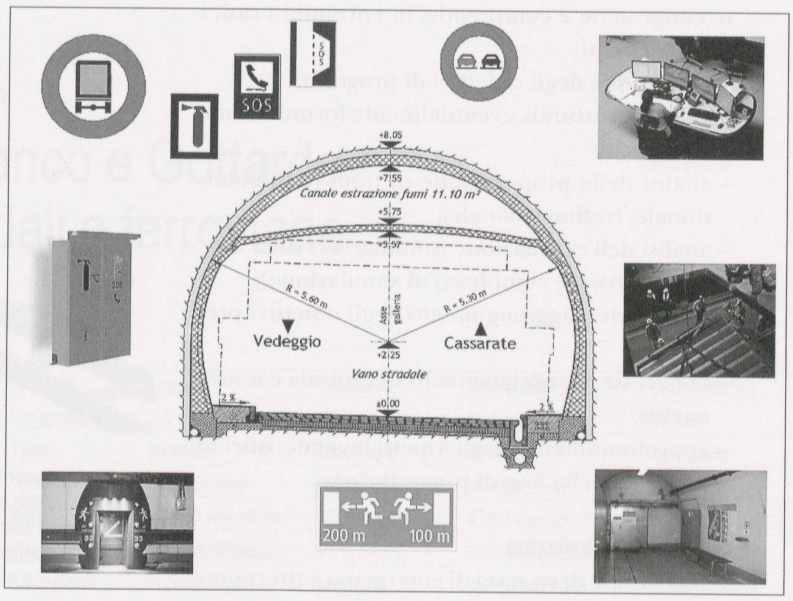

Fig. 4 – Nella galleria Vedeggio-Cassarate la possibilità di fuga sarà garantita da un cunicolo di sicurezza con otto collegamenti trasversali ogni ca. 290 m. Per il controllo dei fumi è previsto un potente impianto di ventilazione con soletta intermedia equipaggiata di serrande per l'aspirazione concentrata dei fumi lungo pressoché tutta la galleria.

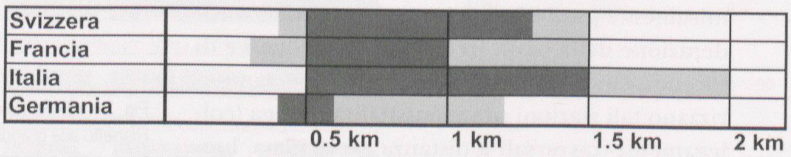

Fig. 5 – Ambito di applicazione di ventilazioni longitudinali in gallerie stradali a traffico bidirezionale.