

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

Herausgeber: Società Svizzera Ingegneri e Architetti

Band: - (2003)

Heft: 5

Artikel: La nuova ventilazione della galleria stradale del San Gottardo

Autor: Tropiano, Michele / Bettelini, Marco

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-132718>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 19.02.2025

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

La nuova ventilazione della galleria stradale del San Gottardo

Michele Tropiano (Direttore d'esercizio)
Marco Bettelini (Lombardi SA)

1. Introduzione

Molto si è detto sull'incendio nella galleria semiautostradale del San Gottardo del 24 ottobre 2001 e sulle sue conseguenze, in particolare a livello di sicurezza, gestione e dosaggio del traffico pesante.

Senza voler entrare nel merito di una discussione troppo ampia, questo contributo si prefigge il più modesto obiettivo di illustrare alcuni tratti essenziali dei miglioramenti tecnici apportati recentemente all'impianto di ventilazione.

2. La galleria del San Gottardo

2.1 Caratteristiche

Le caratteristiche salienti della galleria semiautostradale del San Gottardo sono le seguenti:

- realizzazione 1969 - 1980
- inaugurazione 5 Settembre 1980
- lunghezza 16'918 m
- larghezza carreggiata 7.8 m
- altezza vano traffico 4.5 m
- pendenza massima 1.4%

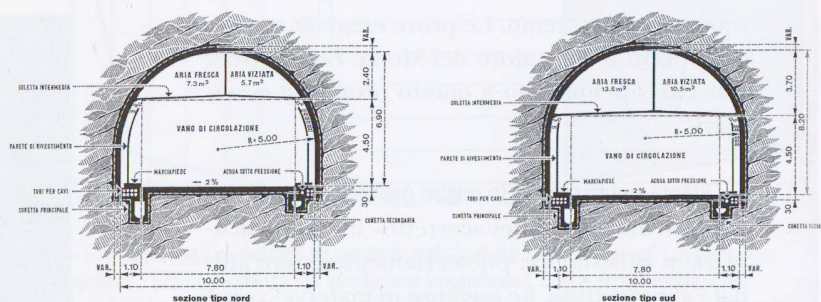
2.2 Traffico

La previsione originaria di traffico per la galleria del San Gottardo era dell'ordine di 1 milione di veicoli annui, mentre il dimensionamento è stato basato su 2 milioni. Questa cifra era già superata di quasi il 50% all'apertura, mentre oggi ci avviciniamo ai 7 milioni di transiti annui. Questa evoluzione dei livelli di traffico deve essere compensata con adeguate misure di sicurezza.

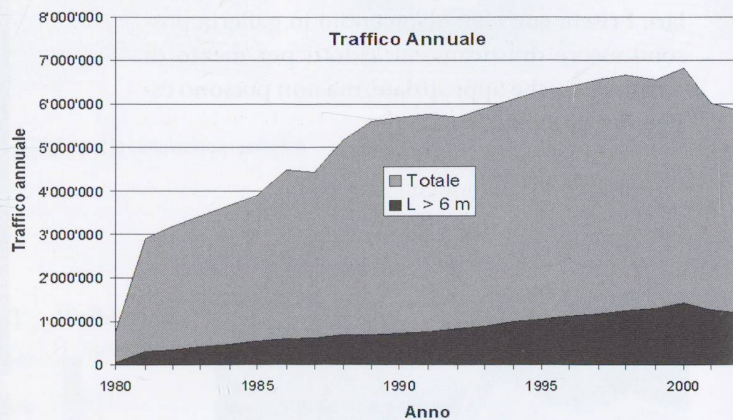
2.3 Elementi di sicurezza

Dal punto di vista della sicurezza i tre elementi centrali sono certamente:

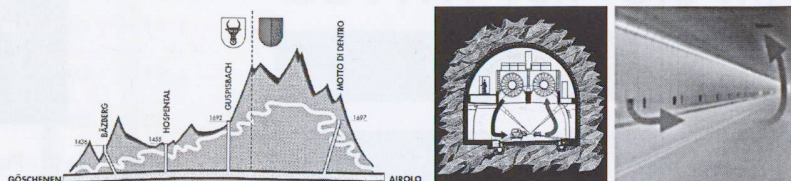
- 64 rifugi, disposti su tutta la lunghezza a una distanza di 250 m e collegati con un cunicolo di sicurezza, che originariamente avrebbe dovuto costituire il cunicolo pilota per la seconda canna, pressurizzati e ventilati indipendentemente dalla galleria.
- Un impianto di ventilazione di tipo trasversale molto potente, con un totale di 22 grandi ven-



1 - Sezioni tipo della galleria semiautostradale del San Gottardo. La differenza tra il profilo nord (a sinistra) ed il profilo sud (a destra) è risultata da un'ottimizzazione tecnico-economica del progetto, in funzione in particolare della posizione dei pozzi di ventilazione



2 - Evoluzione del traffico nella galleria del San Gottardo



3 - Sistema di ventilazione della galleria del San Gottardo. Nell'immagine di destra sono ben visibili le aperture laterali per l'immissione dell'aria fresca e le aperture in volta per l'estrazione dell'aria viziata, prima delle modifiche qui descritte

tilatori disposti in 6 centrali, con canali per l'immissione di aria fresca e per l'estrazione dell'aria viziata lungo tutta la lunghezza.

- Un efficiente servizio di pronto intervento presso entrambi i portali.

Grazie in particolare a questi elementi di sicurezza le conseguenze in tutti gli incendi precedenti a quello del 24 ottobre 2001 (in totale 67 dal 1992, di cui 7 con veicoli pesanti) sono state di modesta portata.

2.4 Impianto di ventilazione originario

La struttura del potente impianto di ventilazione, di tipo trasversale, può essere caratterizzata da poche cifre:

- struttura
 - 22 grossi ventilatori assiali
 - 6 tratte di ventilazione
 - 6 centrali di ventilazione
 - 4 pozzi di ventilazione
- immissione aria fresca fino a 2'150 m³/s (in più 30% riserva)
- estrazione aria viziata fino a 2'150 m³/s
- potenza installata 23 MW

Le caratteristiche principali di funzionamento possono essere così riassunte:

- distribuzione uniforme dell'aria fresca in ciascuna delle 6 tratte di ventilazione, per mezzo di un canale principale in volta e di canali secondari di distribuzione ogni 8 m. La quantità di aria immessa può raggiungere un massimo di ca. 125-130 m³/s,km in condizioni normali di funzionamento. Da notare che il sistema per l'immissione dell'aria fresca è stato sovradimensionato del 30% rispetto alle cifre indicate, in funzione delle necessità del secondo tubo.

- Aspirazione uniforme dell'aria viziata all'interno di ciascuna tratta. Essa avveniva attraverso aperture di 0.8 x 0.8 m² disposte in volta con un'interdistanza di 16 m. La quantità di aria viziata aspirata può raggiungere un massimo di ca. 125-130 m³/s,km.

- Ogni tratta di ventilazione è dotata di due ventilatori di immissione e due ventilatori di estrazione, installati nelle centrali alle due estremità. Una tratta particolare è quella tra il portale di Airolo e la centrale di ventilazione Motto di dentro, della lunghezza di ca. 2.5 km. Essa dispone di un solo ventilatore per l'aria fresca e per l'aria viziata, installati nella centrale di Airolo.

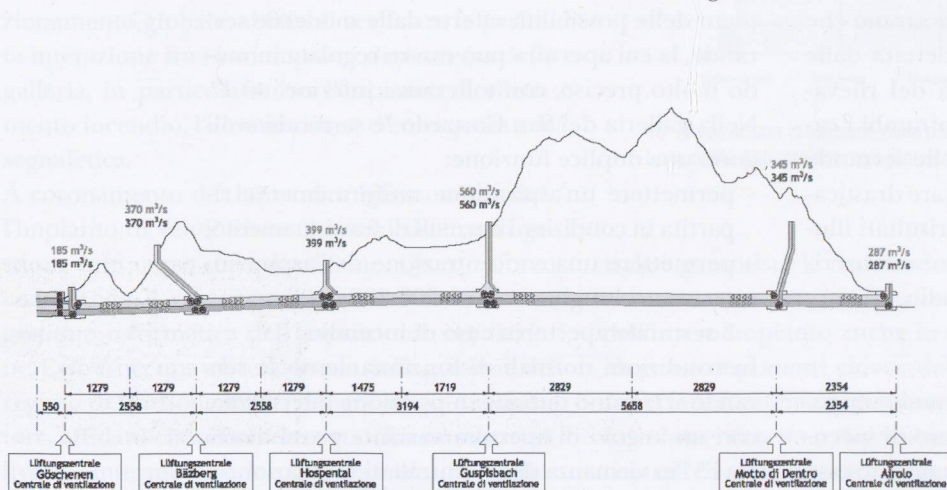
Le modalità principali di utilizzo prima delle modifiche apportate all'impianto di ventilazione erano a grandi linee le seguenti:

- in condizioni normali di esercizio si adottava in caso di traffico intenso una ventilazione di tipo trasversale, in cui la quantità di aria fresca immessa era pari a quella di aria viziata estratta.
- in caso di traffico meno intenso esisteva la possibilità di utilizzare il sistema in modalità semitrasversale, utilizzando i ventilatori per l'immissione di aria fresca, ma affidando l'espulsione di aria viziata al tiraggio naturale dei pozzi di ventilazione.
- in caso di incendio si utilizzava nel settore interessato dall'incendio l'aspirazione massima, mentre l'immissione di aria fresca veniva ridotta a 1/3. In tutti gli altri settori si utilizzava una ventilazione di tipo trasversale funzionante al 50%.

3. Adeguamento dell'impianto di ventilazione

3.1 Controllo della propagazione dei fumi

Perché modificare un impianto di ventilazione che funzionava - dal punto di vista delle specifiche d'origine - in modo sostanzialmente appro-



4 - Disposizione dei ventilatori nelle 6 stazioni di ventilazione

priato? La ragione principale è da ricercare nella possibilità di concentrare l'aspirazione dei fumi, e quindi la loro lunghezza di propagazione, in caso di incendio. Le quantità di fumo generate in caso di incendio di un veicolo pesante sono tipicamente dell'ordine di $80 \text{ m}^3/\text{s}$. Con un'aspirazione uniformemente ripartita pari a $130 \text{ m}^3/\text{s}$, km ci si può attendere che in prima approssimazione 1 km di galleria venga invaso dai fumi. La situazione è illustrata nella figura 6. Lunghezze notevolmente superiori possono essere interessate in condizioni sfavorevoli. Nel caso dell'incendio del 24 ottobre 2001 la potenza di incendio è stata almeno doppia, probabilmente tripla, rispetto all'incendio «standard» di dimensionamento. L'estensione di propagazione dei fumi è dunque stata maggiore e ha superato i 2 km.

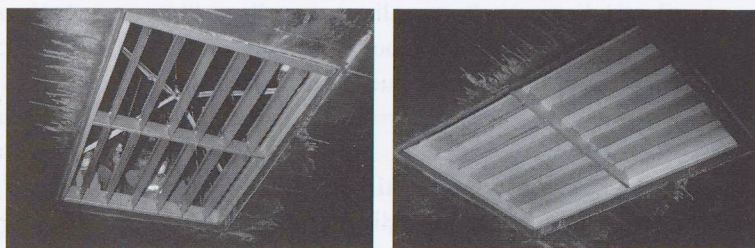
L'obiettivo principale dello sforzo intrapreso era dunque la limitazione della lunghezza di propagazione dei fumi in caso di incendio, per mezzo di serrande telecomandate. Si è dunque deciso di sostituire le aperture fisse nel canale di estrazione in volta con delle serrande motorizzate, realizzate con un'interdistanza di 96 m.

È importante notare che la decisione di migliorare il sistema di ventilazione è stata presa dai responsabili già nel 1999. Non si tratta dunque di una reazione al tragico incendio del 24 ottobre 2001, ma di una misura di modernizzazione accuratamente ponderata e preparata.

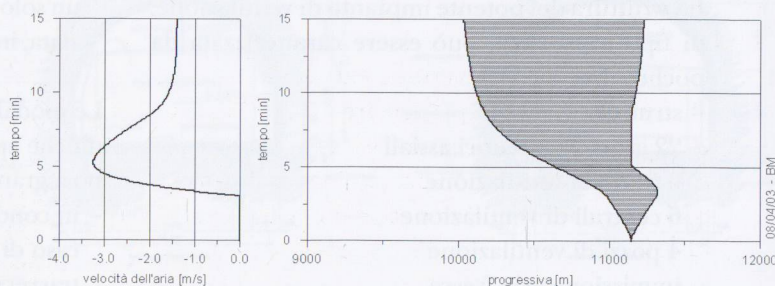
Le possibilità di confinamento dei fumi sono illustrate nella figura 6 (sistema originale) e nella figura 7 (sistema modificato), che mostrano risultati di simulazioni condotte utilizzando tecniche avanzate. In entrambi i casi l'analisi è stata condotta per un incendio «standard» di veicolo pesante, con potenza nominale di 30 MW. Da notare che l'aspirazione è stata attivata solo 3 minuti dopo l'accensione, in considerazione dei tempi di rilevamento e di reazione. I risultati mostrano che la propagazione iniziale dei fumi, dettata dalle condizioni iniziali in galleria prima del rilevamento dell'incendio, è identica in entrambi i casi. L'aspirazione locale per mezzo delle serrande permette nelle fasi successive di limitare drasticamente l'estensione dei fumi. Questi risultati illustrano anche chiaramente l'importanza di un rilevamento rapido e sicuro dell'incendio.

3.2 Funzioni delle serrande

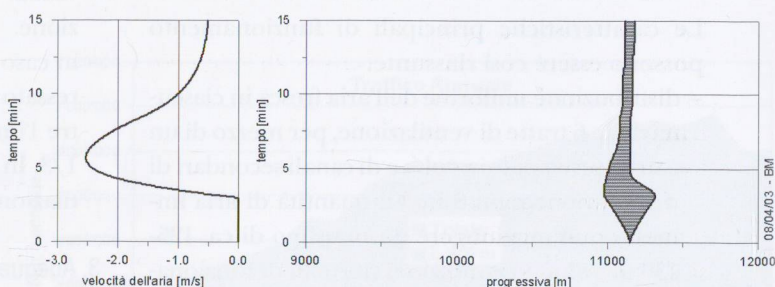
In gallerie di media lunghezza le serrande vengono normalmente utilizzate solo in caso di incendio. In condizioni normali di funzionamento esse sono per lo più completamente chiuse o completamente aperte. Raramente si fa uso in modo com-



5 – Serrande in posizione aperta e chiusa, viste dalla carreggiata. La posizione delle lamelle è regolabile in modo preciso per mezzo di un azionamento elettrico



6 – Propagazione fumi, sistema originario con aspirazione ripartita. Il diagramma di sinistra mostra la velocità longitudinale in corrispondenza dell'incendio, mentre quello di destra illustra l'evoluzione temporale della propagazione dei fumi



7 – Propagazione fumi, nuovo sistema con serrande

pleto delle possibilità offerte dalle moderne serrande, la cui apertura può essere regolata in modo molto preciso, con tolleranze inferiori ad 1° . Nella galleria del San Gottardo le serrande svolgono una duplice funzione:

- permettere un'aspirazione uniformemente ripartita in condizioni normali di funzionamento;
- permettere una concentrazione dell'aspirazione su una lunghezza di ca. 200-300 m (di norma 3 serrande aperte) in caso di incendio.

In condizioni normali di funzionamento le serrande si trovano dunque in posizione intermedia, con un angolo di apertura variante grossomodo tra i 5° in vicinanza delle centrali di ventilazione e 15° nella parte centrale delle tratte di ventilazione. In caso di incendio le serrande più prossime all'e-

vento vengono aperte completamente, mentre le altre vengono chiuse. Questo permette di estrarre i fumi alla fonte e di impedirne la propagazione su lunghe distanze.

3.3 Sistema di gestione

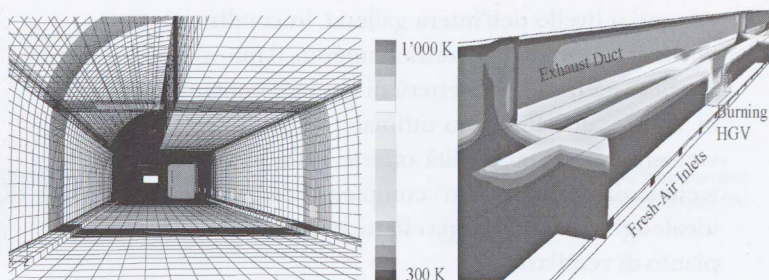
Le serrande vengono gestite per mezzo di un sistema informatizzato costituito essenzialmente da 34 PLC, suddivisi in due livelli gerarchici, 26 calcolatori individuali o *Einzelrechner* e 8 calcolatori di gruppo o *Gruppenrechner*, e da un PC in ognuna delle due centrali. Essi sono collegati per mezzo di reti informatiche, che garantiscono la sicurezza della comunicazione. Solo le serrande sono collocate nel canale di estrazione, mentre tutte le altre componenti, in particolare i motori e tutto il cablaggio di potenza e di comando, sono collocate nel canale per l'aria fresca. Ne risulta un ottimo livello di protezione anche in caso di incendi di potenza notevole.

4. Realizzazione e messa in servizio

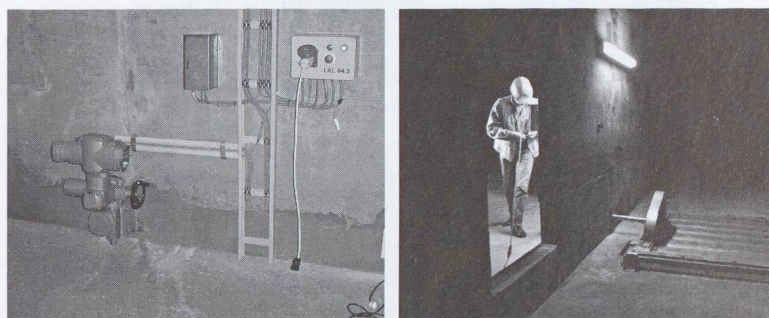
Le attività di progettazione, messa in appalto ed aggiudicazione hanno potuto essere completate prima dell'incendio del 24 ottobre 2001. Dal punto di vista dei lavori, le operazioni di taglio della soletta e parte dei cablaggi erano già state completate e si era in attesa della fornitura del rimanente materiale. La chiusura dovuta all'incendio ha permesso di accelerare le operazioni.

L'impianto ha potuto però essere collaudato e messo in servizio solo dopo la riapertura, nel corso di alcune settimane di chiusura notturna. L'intenso programma di prove è stato incentrato su test di funzionamento, in esercizio normale e degradato, e su approfondite verifiche aerodinamiche del sistema. Essi hanno tra l'altro permesso di determinare la capacità di estrazione del nuovo sistema. Sono state inoltre effettuate prove di funzionamento globale, al fine di verificare la perfetta interazione fra i vari impianti di sicurezza della galleria, in particolare con l'impianto di rilevamento incendio, l'illuminazione d'emergenza e la segnaletica.

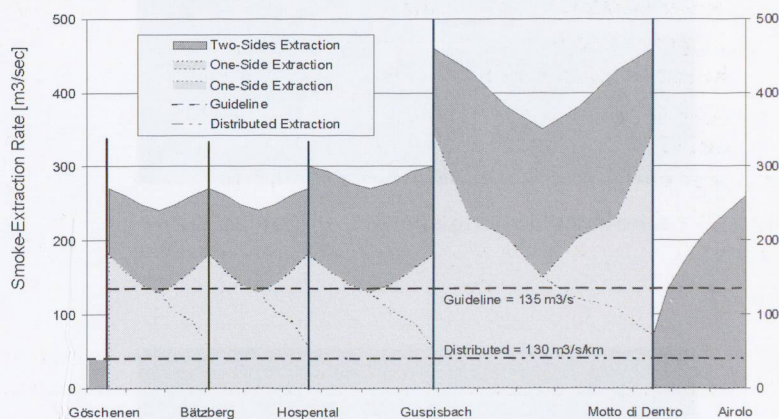
A coronamento dei lavori di miglioramento dell'impianto di ventilazione il nuovo sistema di gestione è in corso di realizzazione. Questo sforzo comprende il rinnovamento radicale dell'intera gestione informatica dell'impianto di ventilazione. Esso si occupa a livello locale della gestione del regime di funzionamento di ogni singolo ventilatore, affidato ciascuno ad un PLC (*Einzelrechner*). A livello «intermedio», in ogni centrale di ventilazione un altro PLC (*Gruppenrechner*) coordina il funzionamento degli impianti all'interno della cen-



8 – Simulazione tridimensionale dell'incendio di un veicolo pesante nella galleria stradale del San Gottardo. Il dominio di calcolo comprende il vano traffico ed il canale di estrazione, con tre serrande aperte. A sinistra: griglia di calcolo. A destra: distribuzione di temperatura



9 – Gli azionamenti ed i cablaggi sono installati nel canale per l'aria fresca. Nuove porte di collegamento tra i due canali in volta sono state realizzate a distanze regolari nella parete verticale di separazione



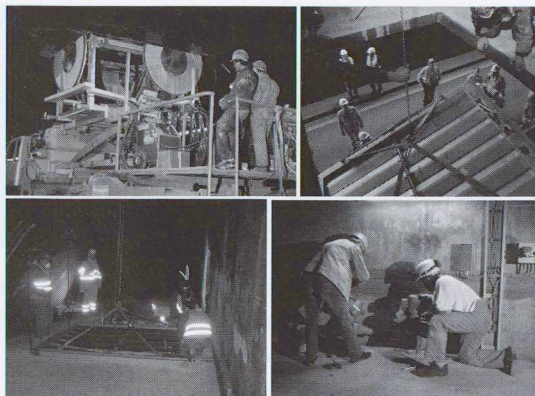
10 – Aspirazione in funzione della posizione dell'incendio, con tre serrande aperte. Le quantità aspirate sono già state corrette in funzione delle perdite di aria dal sistema

trale e garantisce la realizzazione delle ridondanze necessarie per un funzionamento affidabile dell'intero impianto anche in caso di disturbi ad alcune componenti chiave del sistema. A livello superiore il sistema di gestione è costituito da due calcolatori di testa o *Kopfrechner* situati nelle due centrali di comando. Essi sono responsabili della gestione dell'intero impianto, realizzando anche l'indispensabile coordinazione tra le singole com-

ponenti a livello dell'intera galleria, in condizioni normali e degradate di funzionamento. Il nuovo sistema di gestione permetterà di gestire l'impianto di ventilazione in modo ottimale, traendo pieno vantaggio dalle possibilità offerte dalla moderna tecnologia digitale. Un complemento dunque ideale agli investimenti già effettuati a livello di impianto di ventilazione.

5. Conclusioni

L'adeguamento e miglioramento della complessa impiantistica della galleria stradale del San Gottardo vengono realizzati in modo evolutivo. Questo breve contributo ha illustrato il continuo processo con un esempio particolare, legato all'impianto forse più importante, certamente più rappresentativo, della galleria semiautostradale del San Gottardo. Ulteriori fasi di risanamento riguarderanno tra l'altro l'impianto di illuminazione, il sistema di rilevamento incendio e gli apparecchi di misura in galleria. In futuro andranno inevitabilmente incluse anche misure a livello strutturale, che potranno difficilmente essere realizzate senza periodi più estesi di chiusura della galleria.



11 - Fasi dell'installazione delle serrande