

La galleria autostradale del San Gottardo

La grande impresa

1. Introduzione

Quasi un secolo fa, la linea ferroviaria del San Gottardo veniva aperta all'esercizio. Gli effetti economici, politici e sociali che sono risultati da questa nuova comunicazione tra il Ticino e la Svizzera attraverso le Alpi sono ben noti e non necessitano di particolari spiegazioni.

Nell'ambito della rete autostradale

svizzera è tuttora in corso di costruzione l'asse N 2 che da Basilea a Chiasso ricalca per l'essenziale il tracciato della linea ferroviaria.

Le conseguenze di questa nuova comunicazione stradale attraverso il San Gottardo, che sarà aperta tutto l'anno, si possono intravedere già sin d'ora e saranno certamente dello stesso ordine anche se situate su un piano dif-

ferente di quelle già menzionate per la ferrovia.

Tanto per la linea ferroviaria quanto per la strada, l'opera maestra è rappresentata da una galleria attraverso il massiccio del San Gottardo da Airolo a Göschenen. Per l'una come per l'altra, lunghe discussioni, trattative e studi hanno preceduto la costruzione.

2. Breve istoriato della galleria stradale

L'idea di una galleria stradale attraverso il massiccio del San Gottardo risale al 1939, quando il traffico automobilistico cominciava ad assumere una certa importanza.

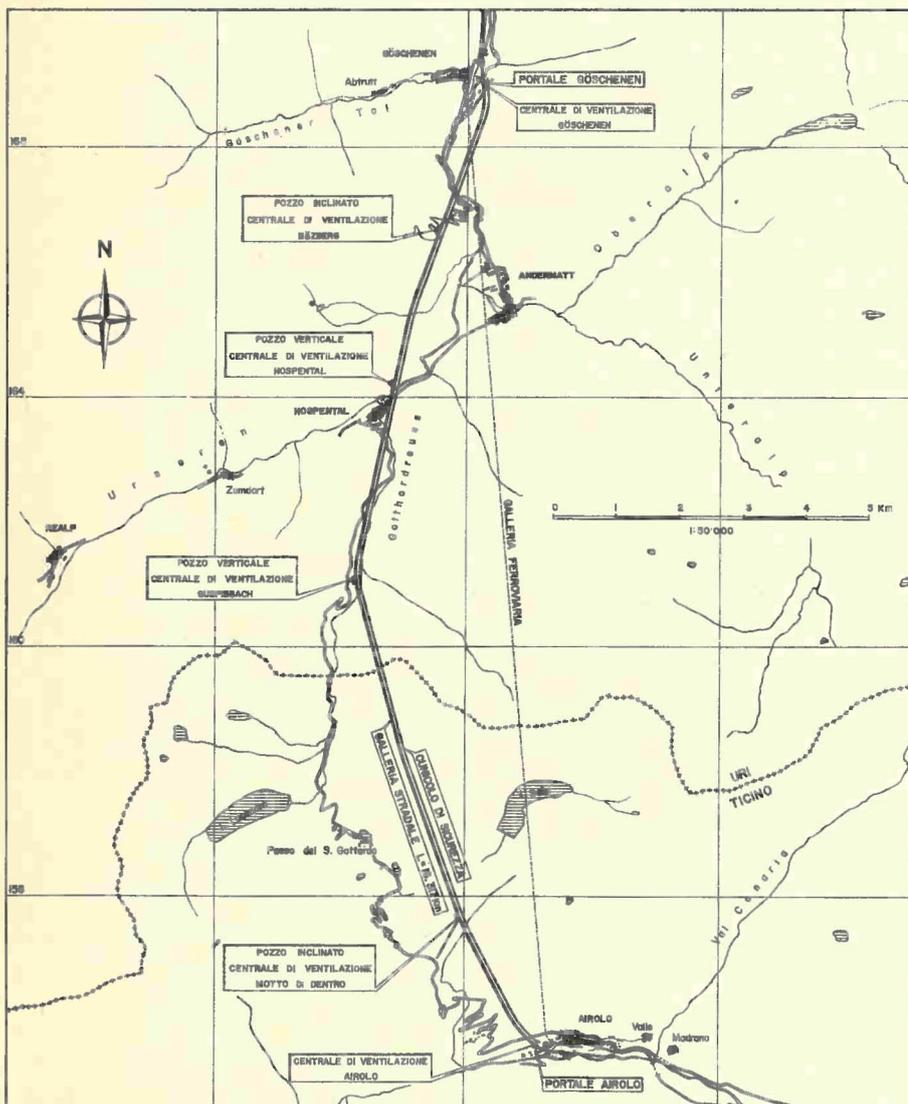
Per ragioni contingenti l'idea fu successivamente abbandonata e solo nel 1952 il Dipartimento delle Pubbliche Costruzioni del Cantone Ticino riprese l'esame del problema, dando incarico al Dott. Ing. Kaech di Berna di studiare le «possibilità reali della costruzione di una galleria stradale attraverso il San Gottardo». A quel momento non si parlava ancora in Svizzera di strade nazionali e l'intensità di traffico automobilistico era ben lungi d'aver raggiunto i valori odierni.

Ad esempio, si valutavano le punte massime di traffico a 350 veicoli all'ora, mentre si arriva oggi a dimensionare una galleria stradale a due carreggiate per 2000 veicoli all'ora. Gli studi del 1952, che avevano portato a consigliare la costruzione di una galleria stradale di 10 km tra Hospental e Motto di Dentro a quota 1400 m ca, furono accantonati quando i Cantoni interessati al San Gottardo decisero di appoggiare il postulato Joller, che chiedeva il potenziamento del trasporto ferroviario delle automobili.

Quale conseguenza di questa presa di posizione, la rete delle strade nazionali svizzere decisa dal Parlamento nel 1960 non prevedeva alcuna galleria stradale sotto il San Gottardo. Tuttavia il Parlamento incaricò in quella circostanza il Consiglio Federale di esaminare la possibilità di realizzare un collegamento sicuro anche in inverno. Il «Gruppo di studio per un collegamento stradale sicuro anche in inverno attraverso il San Gottardo», appositamente creato dal Dipartimento Federale dell'Interno, poteva consegnare il suo rapporto nel 1963.

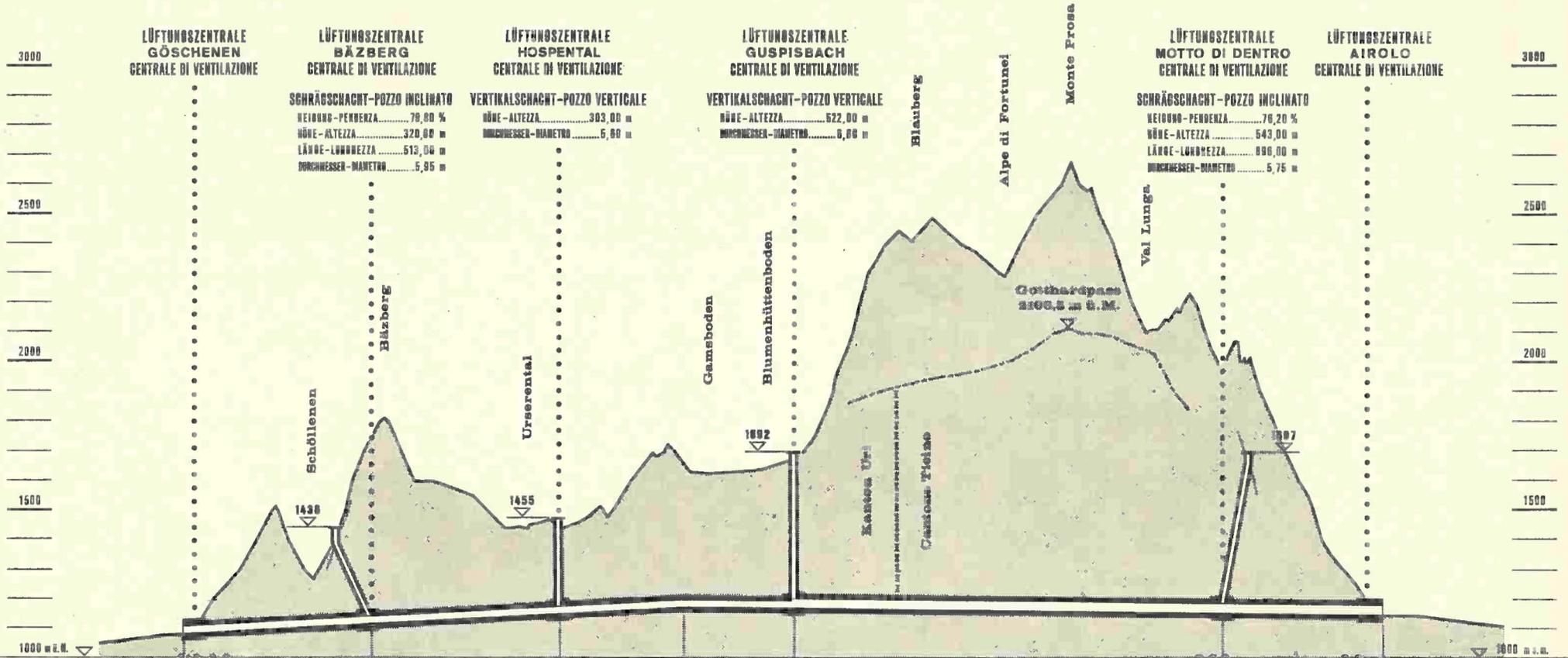
Questo voluminoso e dettagliato studio che trattava i problemi stradali e ferroviari consigliava concludendo:

1. che per la strada si avesse a costruire una galleria, a due carreggiate, ventilata artificialmente da Göschenen ad Airolo;
2. che per la ferrovia si studiasse una nuova galleria di base di 45 km da Amsteg a Giornico.



Planimetria della galleria stradale del San Gottardo. E' visibile l'arco descritto dalla galleria affinché gli sbocchi superiori dei 4 pozzi possano essere disposti nell'intaglio vallivo lungo la strada del valico.

Profilo longitudinale della galleria. Si notino le differenti lunghezze degli intervalli tra i pozzi successivi.



STATIONIERUNG	000.00 100.00 200.77 306.58 437.08 545.11	2012.71	2957.02	3024.14	4118.70	5119.03	6006.35	7020.84	8305.78	8775.51	11145.85	11270.87	13085.01	13907.11	14140.22	15052.11	15952.64	16221.90	PROGRESSIVE
ZWISCHENDISTANZEN		2012.71	1266.32	295.04	898.45	1000.72	1014.36	487.82	486.79	2307.54	2594.10	1700.00							DISTANZE INTERMEDIE
PROJEKTHÖHEN	OK FAHRRAHM 1000.27 1000.00 1000.00 1000.00 1000.00	1116.08	1133.78	1137.01	1151.85	1174.78	1172.48	1170.08	1188.88	1182.48	1182.11	1184.33	1164.02	1170.00	1165.46	1148.38	1148.03	1145.57	QUOTE DI PROGETTO
STEIGUNGEN		STEIGT 13.901 % AUF 6006.35 m - SALE 13.901 % SU 0806.35 m					FÄLLT 3 % AUF 0516.15 m - SCENDE 3 % SU 0516.15 m											PENDENZE	
PROFILTYP		PROFILTYP NORD - SEZIONE TIPO NORD - TN/30, TN/45, TN/60, TN/80					PROFILTYP SÜD - SEZIONE TIPO SÜD - TS/30, TS/45, TS/60, TS/80											SEZIONE TIPO	
RICHTUNGEN	ZENTRUM RECHTS GEHÄDE ZENTRUM LINKS	A = 275 m R = 700 m	R = 2000 m		R = 2000 m		R = 2000 m		R = 2000 m		R = 2000 m		R = 700 m A = 275 m				ANDAMENTO PLANIMETRICO		
		CENTRO A DESTRA RETTILINEO CENTRO A SINISTRA																	

Mentre il problema della galleria ferroviaria è ancora oggetto di esame da parte degli enti competenti, la costruzione della galleria stradale ha potuto avere inizio nel 1969.

Dopo la decisione del Consiglio Federale e del Parlamento di includere questa opera nella rete delle strade nazionali, il problema si spostava sul piano tecnico.

Quattro studi d'ingegneria svizzeri furono invitati a presentare proposte concrete per la realizzazione dell'opera. Dopo una competizione assai combattuta, la «Commissione per la costruzione della galleria stradale del San Gottardo» decideva il 1° maggio 1968 di scegliere il cosiddetto «progetto con quattro pozzi di ventilazione» e di affidare l'incarico della progettazione esecutiva dell'opera al Consorzio degli Ingegneri formato dallo studio Dott. Ing. G. Lombardi a Locarno e dalla Elektro-Watt a Zurigo.

L'esame dei problemi particolari della ventilazione veniva affidato al Dott. Ing. A. Haerter pure di Zurigo.

I lavori di costruzione potevano essere appaltati a due consorzi d'impresa, quello a Sud condotto dalla Ditta Walo Bertschinger e quello a Nord dall'impresa Zschokke, ambedue di Zurigo.

3. Il problema della ventilazione

La progettazione di una galleria stradale come quella del San Gottardo richiede la soluzione di numerosi problemi di natura tecnica e scientifica con aspetti che interessano: la fisica, la chimica, la statica, la dinamica, la aerodinamica, il genio civile, la meccanica, l'elettricità, l'organizzazione del lavoro e anche la medicina e la psicologia dell'utente della galleria. Fra tutti questi problemi il più impegnativo è forse quello che riguarda la ventilazione.

Infatti, i motori degli autoveicoli emettono gas di combustione che contengono tra l'altro una certa quantità di monossido di carbonio ammessa nei calcoli a 3%. Questi gas si mescolano con l'aria e la inquinano.

Malgrado gli sforzi tuttora in corso in molti paesi e in particolare negli Stati Uniti d'America per ridurre la quantità del gas nocivi espulsi dallo scappamento delle automobili, dobbiamo ammettere che per molti anni ancora in galleria il problema della protezione della salute degli utenti non potrà essere risolto se non con il frequente ricambio dell'aria.

Il monossido di carbonio, se aspirato, si lega chimicamente con l'emoglobina del sangue. Qualora il contenuto di questo composto nel sangue dovesse raggiungere il 65% la morte sarebbe

istantanea. Per concentrazioni più deboli si denotano dei disturbi più o meno gravi, passeggeri o di più lunga durata. Per questa ragione l'impianto di ventilazione della galleria deve essere calcolato in modo che la concentrazione massima di monossido di carbonio (CO) nell'aria non superi i 150 milionesimi neanche durante le ore di massimo traffico e resti normalmente inferiore ai 100 milionesimi. Questa condizione richiede nei momenti di punta l'immissione nella galleria di 2000 m³ d'aria fresca al secondo e naturalmente l'aspirazione di una equivalente quantità di aria viziata. Ciò corrisponde al ricambio completo dell'aria contenuta nella galleria ogni 5 minuti. Siccome questi notevoli volumi d'aria devono essere trasportati attraverso lunghi canali e pozzi di ventilazione, è ovvia la necessità di installare grossi ventilatori, i quali consumano una notevole quantità di energia elettrica.

Tra i diversi sistemi di ventilazione che entrano in linea di conto, è stato scelto quello della cosiddetta ventilazione trasversale. Questo sistema prevede di immettere l'aria fresca in modo regolare lungo tutta la galleria e di aspirare in ugual modo l'aria viziata sì da evitare una corrente d'aria longitudinale nel vano di circolazione. Questo sistema elimina il pericolo che in caso di incendio i fumi si diffondano lungo la galleria.

Con questo tipo di ventilazione è necessario prevedere lungo l'intera galleria e parallelamente al vano di circolazione due cunicoli, uno destinato alla adduzione dell'aria fresca, l'altro alla aspirazione dell'aria viziata.

Siccome i volumi d'aria sono talmente importanti, non era pensabile di addurre l'intera quantità a partire dai due portali da Airolo a Göschenen, ma si è dovuto ricorrere a quattro pozzi intermedi, la cui funzione è di aspirare l'aria fresca in montagna sopra la galleria, di addurla alla centrale di ventilazione sita al loro piede — affinché possa venir distribuita longitudinalmente lungo la galleria — e poi di aspirare l'aria viziata dello stesso tratto di ventilazione per rigettarla in superficie.

Il numero dei pozzi caratterizza il progetto della galleria. Lunghi studi di confronto e di ottimalizzazione hanno permesso di fissarne il numero a quattro. Si tratta dei pozzi di: Motto di Dentro, Guspisbach, Hospental e Bözberg.

Siccome l'intaglio vallivo della Reuss, del San Gottardo e della Tremola è spostato verso Ovest rispetto alla linea retta che congiunge Airolo a Göschenen, l'asse della galleria forma un arco con una freccia di oltre 2 km.

D'altra parte il valico stesso si trova assai vicino ad Airolo. Con ciò la copertura di roccia sulla galleria è molto più importante nel tratto Sud che non nel tratto Nord. La distanza, quindi, tra i pozzi nel tratto Sud è stata fissata al doppio di quanto si ha a Nord.

4. Descrizione del progetto

Il progetto risultato dagli studi condotti durante molti anni è rappresentato schematicamente nelle tre figure allegate. Il tracciato della galleria con una lunghezza di 16,3 km forma un arco verso Ovest. Agli imbocchi le curve hanno raggi di 700-750 m con lo scopo di evitare l'abbagliamento degli utenti della galleria, mentre al piede dei pozzi i raggi sono di 2000 m.

La strada sale a partire da Sud su circa 9,5 km con la pendenza del 3% richiesta dallo scolo dell'acqua, mentre a Nord su quasi 7 km si avrà una pendenza di 1,4%. Con questa disposizione è possibile incrociare la galleria ferroviaria passandovi sotto a circa 1 km dal portale di Göschenen.

Il profilo normale della galleria prevede una carreggiata di 7,80 m e una altezza libera di 4,5 m. In caso di emergenza due veicoli possono ancora incrociare anche se sul bordo della strada dovesse trovarsi un terzo veicolo fermo per guasti.

Nel corpo di ognuno dei marciapiedi di 90 cm di larghezza sono disposti i cavi di alimentazione e di comando. Sotto gli stessi si trovano altresì le cunette destinate a scaricare le acque d'infiltrazione dalla montagna e le acque di lavaggio della carreggiata.

Il calcestruzzo della volta avrà normalmente uno spessore di 30 cm e sarà rinforzato laddove le condizioni geologiche non saranno favorevoli. Difatti, si dovranno attraversare rocce di natura assai diversa con caratteristiche molto variabili.

I condotti longitudinali per l'aria fresca e l'aria viziata sono disposti in calotta sopra il vano di circolazione; sono creati da una soletta e da una parete in calcestruzzo armato.

I paramenti laterali nel vano di circolazione saranno rivestiti con elementi prefabbricati. Dietro gli stessi saranno disposti i condotti secondari dell'aria fresca che collegano il vano longitudinale con le bocchette d'immissione disposte sopra il marciapiede orientale. Bocchette di aspirazione sono invece sistemate nella soletta del condotto dell'aria viziata sopra il vano di circolazione.

I pozzi di ventilazione hanno lunghezze che variano da 300 a 900 m, i due centrali sono verticali e i due estremi inclinati. Ogni pozzo è separato in due da una parete longitudinale in calce-

struzzo armato che lo suddivide in due condotti, uno per l'aria fresca e l'altro per l'aria viziata.

Al piede di ogni pozzo e presso i due portali è installata una centrale di ventilazione. In ognuna di esse trovano posto da 2 a 4 ventilatori, che sono macchine potentissime con un diametro da 2,80 m a 4 m. Esse sono azionate da motori elettrici, le cui potenze possono raggiungere i 4000 cavalli. Si tratta di potenze equivalenti a quella di una locomotiva elettrica di medie dimensioni.

Data la complessità del sistema di ventilazione si prevede l'installazione di un calcolatore elettronico, il quale tenendo conto di tutti i fattori importanti regolerà automaticamente i ventilatori. Il problema della sicurezza dell'utente nelle gallerie stradali è molto importante. Si può senz'altro affermare che in Svizzera si fa veramente tutto quanto è possibile per aumentare la sicurezza degli utenti e per portar soccorso nel caso che un incidente dovesse nondimeno capitare.

Gli elementi essenziali della sicurezza del traffico sono: una buona illuminazione, la ventilazione, il fatto che la carreggiata rimane sempre asciutta, un tracciato regolare con grandi raggi che eviti i tratti diritti troppo lunghi e monotoni, la limitazione della velocità, presumibilmente a 80 km all'ora, la proibizione del sorpasso e l'interdizione del trasporto di prodotti combustibili o esplosivi.

L'attrezzatura della galleria comprende le apparecchiature televisive, che permettono alla polizia di seguire il traffico, i semafori che permettono di regolarlo e gli apparecchi necessari per controllare il contenuto di monossido di carbonio, l'opacità e la temperatura dell'aria.

Sono state progettate inoltre nicchie di sosta sistemate alternativamente a destra e a sinistra della carreggiata, nelle quali si trovano posti telefonici di chiamata, estintori portabili, idranti, e molte altre attrezzature di minor importanza.

Malgrado tutte queste misure di sicurezza sono previsti a distanze di 250 m dei rifugi muniti delle installazioni di primo soccorso, e suscettibili di accogliere ognuno 60 persone.

Infine un cunicolo di sicurezza scavato parallelamente alla galleria serve quale accesso ai rifugi e permette di portare soccorso anche nel caso nel quale la galleria non dovesse essere transitabile. Qualora si dovesse decidere la costruzione di una seconda galleria stradale per altre due carreggiate, questo cunicolo potrebbe venir allargato e trasformato in galleria. I rifugi servirebbero allora da collegamento tra le due gallerie stradali.

Infine presso i due portali di Airolo e di Göschenen si troveranno i centri di esercizio e di manutenzione della galleria con i posti di polizia per la sorveglianza e il comando della galleria e delle rampe di accesso.

5. Costruzione della galleria

Il preventivo allestito nel 1968 calcolava una spesa di 300 Mio di franchi, pari a 19 Mio di franchi al km. A questa cifra si aggiungeranno gli aumenti di costo già registrati o ancora da intervenire fino all'ultimazione dei lavori. Il 10% del costo riguarda la parte elettromeccanica, mentre il resto concerne le opere di costruzione propriamente dette.

I lavori di costruzione sono incominciati durante l'estate 1969. Attualmente sono scavati circa 1,5 km di galleria a Sud e a Nord, 3,5 rispettivamente 4,2 km di cunicolo di sicurezza. Il pozzo di Hospental è scavato su 240 m, quello di Guspisbach su 150 m.

Secondo le proposte delle imprese il traforo potrebbe aver luogo nel 1975 e la parte civile potrebbe essere terminata nel 1976. Ci vorranno ancora quasi due anni per l'installazione della parte elettromeccanica e le finizioni sicché la galleria potrebbe entrare in servizio nel 1977 o nel 1978, un secolo circa dopo l'apertura della ferrovia del San Gottardo.

Durante questo secolo i progressi realizzati nella produttività per quanto concerne la costruzione di gallerie sono enormi. Benché la galleria stradale rappresenti un volume di scavo quasi doppio di quello della galleria ferroviaria e benché numerosi e complicati impianti di ventilazione e di sicurezza siano necessari, la mano d'opera sui cantieri non è nemmeno del decimo di quella impiegata per la galleria ferroviaria quando fino a 5000 operai erano attivi sui cantieri di Göschenen e Airolo e ciò malgrado che la durata del lavoro, annuo, mensile, settimanale e giornaliero sia stata ridotta in fortissime proporzioni da quell'epoca ad oggi.

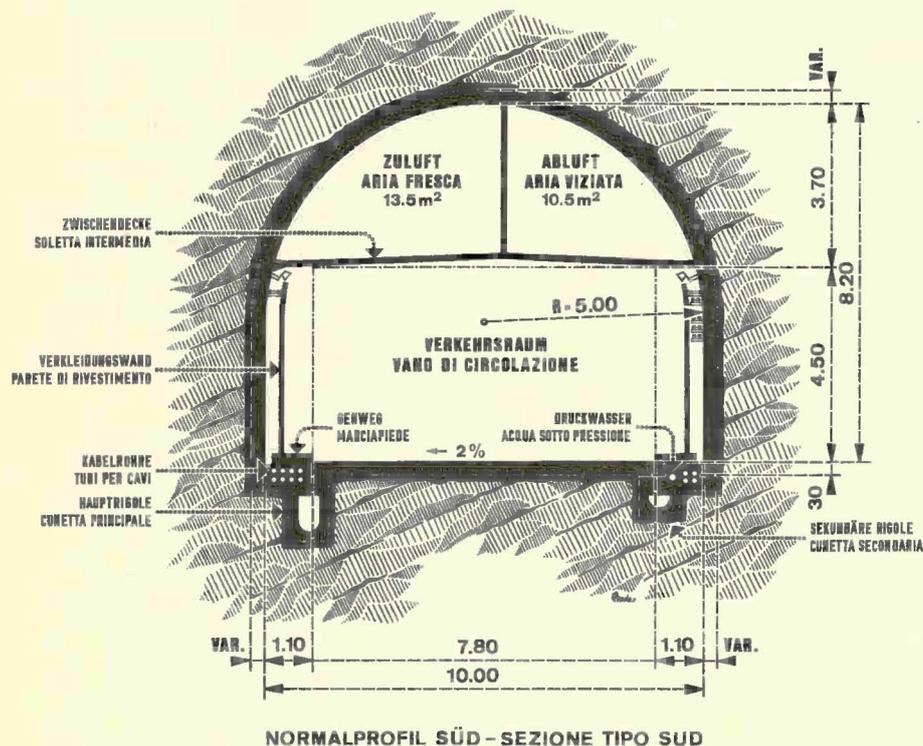
Malgrado questi grandi progressi dovuti alla meccanizzazione, il lavoro in galleria rimane sempre assai pesante, faticoso e purtroppo talvolta anche pericoloso.

6. Conclusione

In queste brevi note è stato esposto il progetto della galleria stradale del San Gottardo, che quando entrerà in funzione sarà la galleria stradale più lunga del mondo.

Certamente i milioni di automobilisti che utilizzeranno la galleria ogni anno, non penseranno alla lunga preparazione che essa ha richiesto, ai numerosi problemi tecnici che hanno dovuto essere risolti, agli sforzi e alle fatiche di coloro che hanno dovuto vincere la montagna e forse nemmeno ai sacrifici di vite umane che purtroppo saranno stati richiesti dall'opera.

Dott. Ing. G. Lombardi



Profilo trasversale della galleria del lotto Sud. Si noti il vano di circolazione e i due cunicoli longitudinali per l'aria fresca e viziata disposti nella calotta. Sul tratto Nord della galleria il profilo è semplicemente meno alto.