



SEMPIONE

Costruzione di una galleria: oggi e 100 anni fa

«La fede può spostare montagne. La volontà le trafora per avvicinare i popoli.»

(Jean Jacques Rey-Bellet,
Consigliere di Stato vallesano)

I trafori alpini danno un'impronta alle grandi vie di comunicazione svizzere

La galleria del Sempione fu inaugurata solennemente il 19 maggio 1906. Lunga circa 20 km collega il canton Vallese (Briga) con l'Italia (Domodossola). E' una parte importante dell'asse occidentale della NEAT (Neue Eisenbahn Alpentransversale) e costituisce con il traforo di base del Lötschberg, in costruzione, il secondo asse ferroviario che attraversa le Alpi svizzere insieme con la linea del S.Gottardo. Le Alpi hanno sempre obbligato il nostro piccolo paese ad essere all'avanguardia nella costruzione di vie di comunicazione e in particolare di trafori. Il canton Uri con il tunnel del S.Gottardo e il canton Vallese con il Sempione e il Lötschberg sono tipici esempi di come valli di montagna hanno ottenuto, con la costruzione di un traforo, l'accesso « al grande mondo».

Costruzione di gallerie e tecnica

Nel 1801 Napoleone comandò la costruzione di una strada larga da 7 a 8 metri, che attraversa il passo del Sempione, per trasportare più velocemente i suoi cannoni. Lungo il percorso di questa strada esisteva anche una galleria lunga 222 m

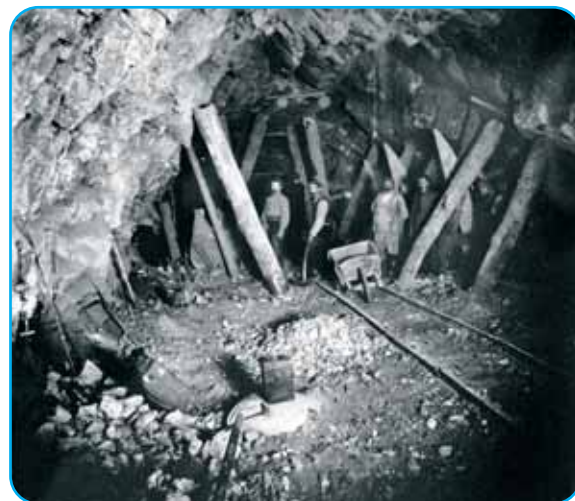
la cui costruzione richiese 15 mesi e impegnò 1200 uomini. La cattiva qualità degli acciai delle scavatrici e l'uso della polvere nera rendevano difficile e pericolosa la costruzione di tunnel. Questa strada militare lunga 60 km, che comprendeva 611 ponti e 7 gallerie nella roccia, fu terminata nel 1805.

Circa 100 anni dopo, per la costruzione della galleria ferroviaria, si impiegarono mezzi molto più veloci, più precisi e polveri esplosive migliori. Ogni giorno con 760 kg di dinamite la galleria si allungava di 8.38 m e venivano estratti 450 m³ di roccia. Dopo 6.5 anni di lavoro cadde l'ultimo diaframma al km 10.378. Lo spostamento tra i cunicoli provenienti dalle due parti risultò di pochi centimetri. Il primo treno passò attraverso la galleria un anno dopo. Solo nell'anno 1921 fu terminata la costruzione del secondo tunnel.

Le condizioni di lavoro degli operai, in maggioranza italiani, erano spesso precarie. Ci furono due grandi scioperi con i quali i lavoratori rivendicarono condizioni migliori. Il loro salario giornaliero era di 3.50 fr. Durante la costruzione della galleria morirono 60 persone.

Oggi nella costruzione di gallerie vengono impiegate macchine che sono dei veri miracoli della tecnica: frese automatiche che perforano la roccia, nastri trasportatori del materiale e robot per lo spruzzo del calcestruzzo.

Anche oggi un cantiere per la costruzione di un tunnel rappresenta qualcosa di particolare. Un lavoratore in galleria afferma: « O parti dopo poche settimane o ci resti legato per tutta la vita».



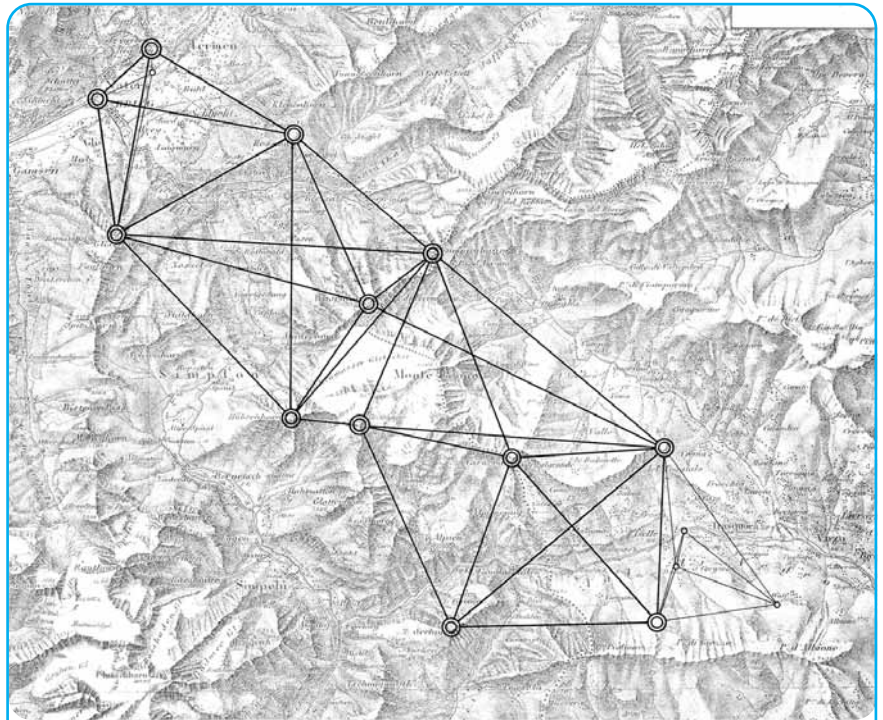
Sommario di questo numero

- La misurazione di gallerie ieri e oggi
- Uno strumento Leica da vincere
- Nonno e nipote nella costruzione del tunnel del Sempione
- Una conseguenza della galleria: fabbrica di esplosivi

La misurazione di gallerie

La misurazione di gallerie 100 anni fa

Per progettare e poi costruire una galleria si devono conoscere le coordinate e le quote esatte dei punti d'entrata e d'uscita. Una volta la determinazione di questi punti fondamentali avveniva all'esterno, sulla base di una precisa rete di punti. Nel caso della galleria del Sempione la rete era costituita da una serie di 27 triangoli (rete di triangolazione) che portava dal portale nord (Naters, Briga) attraverso Rosswald, Wasenhorn e Monte Leone fino al portale sud in Italia. Era importante che ci fosse una sufficiente visuale tra i punti d'entrata e uscita e i punti vicini della rete.



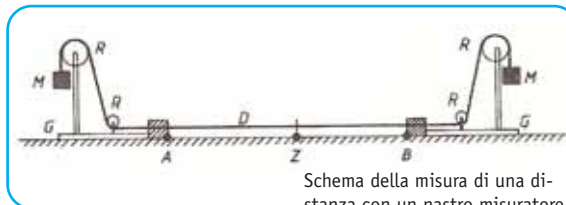
Rete trigonometrica dell'anno 1898 per la determinazione della direzione della galleria del Sempione.

Visuale

Per visuale si intende un collegamento visivo in linea retta tra due o più punti di misurazione. Una visuale senza ostacoli è la condizione necessaria per una misura precisa della direzione e della distanza. Se la visuale è impedita, dal fogliame delle piante o da altri ostacoli, sono possibili errori di misura. Con misure terrestri mediante satelliti artificiali (geodesia satellitare) tanti problemi sono diventati più semplici da risolvere, soprattutto per il fatto che le visuali sono volte verso l'alto.

Misurazione dell'avanzamento

Gli strumenti di misura d'allora (teodoliti) permettevano misure molto precise degli angoli in quanto avevano un cannocchiale lungo e un grande disco come piattaforma. Per la misura delle distanze erano a disposizione assicelle tarate, nastri d'acciaio e d' invar. Invar è una lega metallica di ferro (64%) e nickel (32%) che praticamente non si dilata alle variazioni di temperatura e quindi è adatta per misure molto precise di distanze brevi. Le misurazioni erano molto laboriose e spesso anche imprecise. Questo è il motivo per il quale si cercava di costruire i tunnel il più possibile rettilinei, evitando come nel caso della galleria del Sempione, le curve.



Schema della misura di una distanza con un nastro misuratore



Teodolite Kern dell'anno 1890



Avanzamento nel tunnel del Sempione 100 anni fa

ieri e oggi



Rete base usata dalla BLS-Alptransit

La misurazione di gallerie oggi

Come base per i lavori di costruzione di una galleria viene fissata una rete esterna di punti fissi. Essa serve come punto di partenza per la rete nel tunnel e viene determinata con il GPS (Global Positioning System). La misura della quota di questi punti avviene con il livellamento eseguito mediante collegamento al livellamento nazionale (LHN95). Per livellamento si intende la misura della differenza di quota tra due punti.

Rete di punti in galleria

Partendo dal punto principale della rete di punti fissi esterni vengono misurati, con apparecchi di precisione molto sofisticati, la direzione, l'angolo d'elevazione e la distanza fino al prossimo punto fisso sotterraneo. In questo modo si avanza da un punto fisso al prossimo fino al fronte dello scavo della galleria. La determinazione della quota avviene mediante il livellamento. Inoltre, ogni due km circa, vengono effettuate misurazioni con un giroscopio. Questo strumento permette la misura diretta dell'Azimut (angolo rispetto alla direzione Nord) in galleria. Questo metodo serve come ulteriore controllo della direzione del tunnel.

Misurazione dell'avanzamento

Le perforatrici sono equipaggiate con sistemi di misura che, ad ogni nuova posizione della scavatrice, si riferiscono ai punti fissi della rete di punti in galleria.

Misurazioni di controllo

Con la combinazione del sistema di misurazione dei binari e l'immagine ottenuta da un potente scanner viene determinato il profilo della galleria, che viene poi confrontato con il profilo desiderato.

Schermo per il consolidamento del contorno della galleria

Si alternano fasi di scavo e fasi di consolidamento. Per assicurare la stabilità durante lo scavo della galleria nelle parti di roccia friabile o ghiaiosa si costruisce prima uno schermo per il consolidamento. Esso consiste di una serie di colonne di calcestruzzo distribuite lungo il contorno della galleria. Questo ombrello completo assicura la stabilità al fronte dello scavo e permette di proteggere la continuazione della perforazione. Nelle fasi successive la costruzione viene completata con getti di calcestruzzo beton, lastre laterali di fondazione, armature a rete e centine portanti della soletta ad arco.

Posa dei binari e controllo

Il carrello per la misurazione dei binari fornisce, insieme con il tachimetro motorizzato, le coordinate tridimensionali precise dell'asse dei binari. La combinazione tra la misura automatica della distanza dei punti fissi e il collegamento radio tra il tachimetro e il carrello di misurazione permettono un avanzamento completamente automatico. I sensori integrati per la misura della distanza delle rotaie e della differenza di quota forniscono i dati per la misurazione precisa della geometria dei binari.

Quelle: Ingenieur-Büro Karl Zurbriggen AG, Brig



Tachimetro

Tachimetri moderni misurano le distanze e le direzioni rispetto a un punto di riferimento. Le distanze vengono determinate in modo indiretto, si misurano altre grandezze che dipendono dalla distanza. Si misura ad esempio il tempo impiegato da un segnale elettromagnetico (luce), emesso nella direzione del punto del quale si vuol conoscere la distanza e da questo riflesso, per andare e tornare. Siccome la velocità di propagazione del segnale è costante, dal tempo d'andata e ritorno si può dedurre il doppio della distanza. La luce del raggio laser si trova spesso nell'infrarosso. Il raggio laser viene riflesso dalla superficie dell'oggetto del quale si vuol conoscere la distanza oppure da un prisma verso il quale viene orientato il raggio. Le misure di direzioni e di distanze avvengono tutte in modo elettronico e memorizzate automaticamente. I teodoliti misurano angoli (orizzontali e verticali) e i tachimetri misurano sia angoli sia distanze.



Esempio dello scavo con schermo per il consolidamento del contorno della galleria e betonaggio della platea di fondazione (Skizze F. Gertschen, Naters)

La pagina interattiva

A te il gioco!

SMS & WIN!



Galleria del Sempione: fatti sorprendenti sulla costruzione dal 1898 al 1906

Le macchine scavatrici alle prese con la roccia consumavano ogni giorno 990 punte, quante punte adoperavano i minatori al giorno per lo scavo manuale

A 1650 S 10 000 J 7530

Di quanti metri avanzava mediamente lo scavo ogni giorno ?

U 3,89 m D 10,20 m I 8,38 m

Quanti m³ di roccia venivano scavati durante 24 ore ?

N 450 m³ O 166 m³ R 780 m³

Quanti kg di dinamite venivano usati ogni giorno ?

T 980 kg U 760 kg K 82 kg

Quanto guadagnava un minatore al giorno ?

F 70.00 franchi S 3.50 franchi L 18.70 franchi

Invia la parola risultante per SMS al numero 079 281 01 62. Parteciperai al sorteggio di un apparecchio di misura Leica e di 10 carte giornalieri delle FFS.



Vincitori del concorso Technoscope 3/05

1. premio : un laptop IBM : Stefan Wismer, Wilen bei Wil
Dal 2. al 4. premio: IBM-USB/MP3keys
Corina Fisler, Vito Difonzo, Martine Jeanneret Schmutz

Vincitori del concorso Technoscope 2/05

Dal 1. al 10 premio: cioccolata
Konrad Fisler, Shakti Corthay, Alexandre Christ, Thoma Viatte, Antoine Linard, Luc Badoux, Cornelia Bieri, Delia Sieber, Robert Guery, Max Brunner

1. premio: un apparecchio di misura Leica
dal 2. al 11. premio: una carta giornaliera FFS

La leggenda della Santa Barbara

La leggenda racconta che Barbara era una figlia, bella e intelligente, di genitori pagani. Mentre suo padre era in viaggio si lasciò convertire alla fede cristiana. Al ritorno il padre adirato tentò di ucciderla, ma Barbara riuscì a fuggire. In modo prodigioso le si aprì un nascondiglio nella roccia. Tradita da un pastore, fu fatta prigioniera e uccisa. Santa Barbara è considerata fin dal Medioevo patrona dei minatori. I minatori accendono una cosiddetta luce di Santa Barbara come protezione dalla sfortuna e dalla morte durante il loro pericoloso lavoro. Per lungo tempo le donne non potevano entrare nei cantieri in galleria, perché si credeva che ciò portasse sfortuna.



Santa Barbara davanti alla galleria del Sempione, la stessa statua si trova al portale Sud, collocata tra le due gallerie.

Una conseguenza della costruzione della galleria: la fabbrica di esplosivi

Fino al 19. secolo la polvere nera era l'unico esplosivo conosciuto. Nel 1895 a Gamsen vicino a Briga, la Société Suisse des Explosifs SA ha iniziato la produzione di dinamite per la costruzione della galleria del Sempione. Poiché la fabbrica avrebbe dovuto chiudere dopo la conclusione dei lavori della galleria, furono costruiti degli edifici provvisori. La fabbrica ha una storia movimentata. Furono sviluppati prodotti nuovi, come per esempio il GAMSIT® (dinamite incorporata nella carta o nella plastica). Dal 1909 la costruzione della ferrovia del Lötschberg ha assicurato la continuità della fabbrica. Oggi questa impresa conta non solo come leader fra i produttori internazionali di esplosivi civili, ma si è anche assicurata, grazie alla sua grande esperienza, un posto preminente nella chimica fine e speciale.



Rifornimento di esplosivo in galleria con dresine.

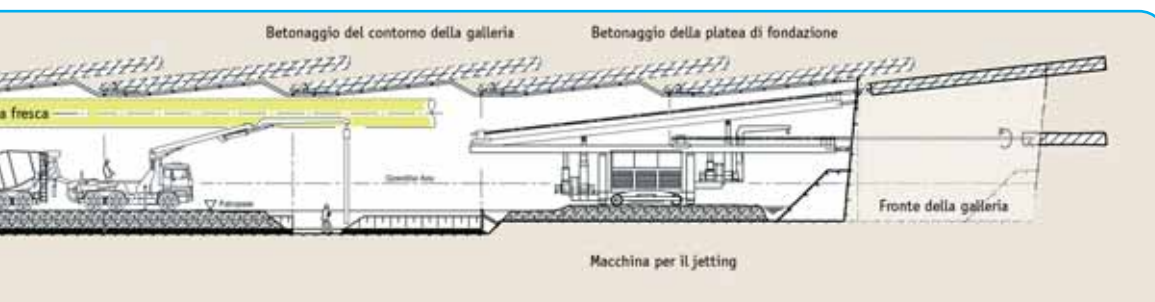
Enigma 1

Martina vuole misurare la lunghezza della sua casa. Il nastro misuratore è restato esposto al sole e si è dilatato. La misura ottenuta da Martina con questo nastro sarà più grande o più piccola di quella effettiva ?

Enigma 2



L'immagine misteriosa cosa rappresenta ?



Jetting e betonaggio della platea di fondazione : un esempio di uno dei modi di avanzamento

Un giorno nella vita di Bernhard Fantoni

Bernhard Fantoni (nato nel 1937) era fino a poco tempo fa un costruttore ed imprenditore di successo. Tra molti altri lavori ha realizzato anche l'abbassamento della soletta nella galleria del Sempione, reso necessario per il traffico degli Huckepack. Sua madre aveva vissuto la costruzione della galleria in quanto suo padre, Terezio Angelini, capo minatore aveva partecipato come maestro minatore alla costruzione di entrambi i cunicoli della galleria del Sempione.

Tutto ebbe inizio dal quaderno, con l'indicazione minuziosa delle ore di lavoro, del nonno di Bernhard Fantoni. Non aveva mai conosciuto suo nonno. Una volta gli uomini morivano in generale più presto, in modo particolare i lavoratori di galleria e le loro famiglie. Le loro condizioni di lavoro erano dure. La silicosi, le influenze ed incidenti sul lavoro erano all'ordine del giorno. La madre gli regalò il libro paga del nonno e così gli svegliò l'interesse per la storia della costruzione di gallerie. Fantoni è diventato un collezionista appassionato. Egli ha acquistato tutto ciò che in un qualche modo c'entrava con la galleria del Sempione. Oggi, questi pezzi raccolti riempiono un museo e rappresentano una testimonianza molto importante dei lavori di costruzione della galleria.

La madre di Fantoni aveva una relazione molto particolare con la galleria. Se suo figlio andava in uno dei cunicoli della galleria per lavoro, voleva sempre sapere a quale km si trovava. Si ricordava ancora esattamente in quali punti, allora, ci furono difficoltà o per la roccia friabile o per l'entrata di acqua.

I cantieri «difficili» sono una tradizione per Fantoni. Egli ama sfide che richiedono soluzioni creative. «Per essere imprenditore, bisogna avere coraggio e assumersi anche dei rischi» spiega Fantoni. Il suo artigianato l'aveva imparato



Bernhard Fantoni

dalla gavetta, prima come disegnatore di costruzioni sotterranee, dopo come muratore, poi come levigatore e infine come capo mastro diplomato federale. Durante le inondazioni del 1993 di Briga diresse i lavori di contenimento dell'acqua e del fango.

Anche dopo il pensionamento nella vita di Fantoni non ci sono ordini del giorno ripetitivi. Forse è proprio quello il segreto del suo successo: essere sempre pronto ad affrontare in modo dinamico le sfide, risolvere i problemi in modo efficiente e responsabile e trovare l'equilibrio nella famiglia, nello sport (tennis) e nella musica

Fantoni riassume: «Una buona formazione e l'esperienza sono importanti e le lingue bisogna saperle. Come imprenditore sono necessari l'amore per il dettaglio, come pure il coraggio, idee innovative e senso di responsabilità. Non si deve voler guadagnare al più presto. Sono fiero che in questi 35 anni di lavoro non abbiamo avuto nessun incidente mortale!»

DITTA BRANDI, BRANDAU & C. Società per il Traforo del Sempione		CANTIERE		Prestato di. NOVARA	
CANTIERE (°)		TRAFORO		Prestato di. NOVARA	
ORA	ORA	ORA	ORA	ORA	ORA
18	21	100			
18	23	92			
18	24	96			
18	25	100			
18	26	104			
18	27	108			
18	28	112			
18	29	116			
18	30	120			

La lista delle ore di lavoro di T. Angelini

AHA

Cosa hanno in comune la nitroglicerina e i medicinali per il cuore?

Il grande effetto esplosivo della nitroglicerina (detta anche olio esplosivo) si basa sulla formazione di prodotti di scomposizione gassosi e al loro aumento improvviso di volume. La nitroglicerina esplose già con piccoli colpi o aumenti di temperatura.

Alfredo Nobel ha miscelato l'olio esplosivo con farina fossile. Questa farina porosa assorbe l'olio esplosivo come una spugna. Così è nata la dinamite che non è sensibile ai colpi.

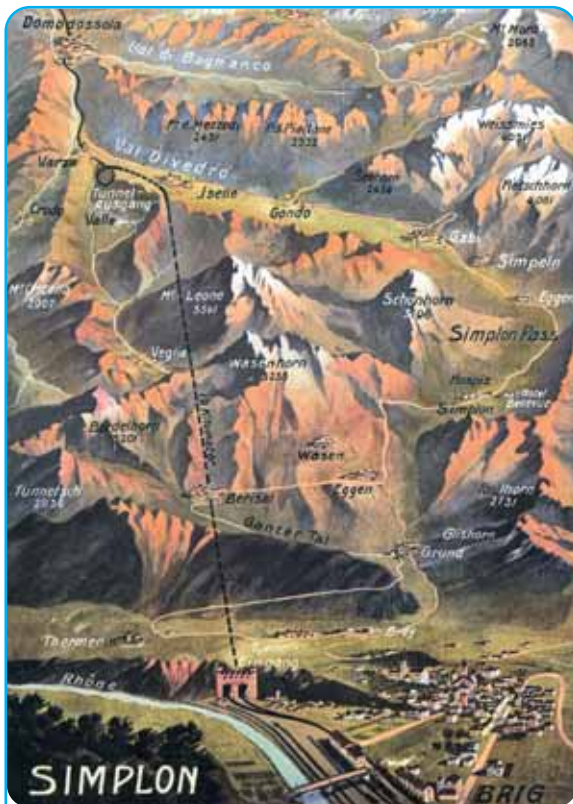
Nella medicina la nitroglicerina viene usata in quanto ha un effetto vaso-dilatatore per le malattie cardiache.

Anche ad Alfredo Nobel, che soffrì per la malattia cardiaca angina pectoris fu proposto un trattamento con la nitroglicerina. Nobel vendette dinamite in tutto il mondo. Se da una parte investì nell'industria bellica, dall'altra s'impegnò per la pace nel mondo, fondando tra l'altro il premio Nobel per la pace.



Biografia

- 1956** Attestato di disegnatore del genio civile
- 1960** Attestato capacità di muratore
- 1962** Brevetto federale di assistente di cantiere
- 1964** Diploma di capo-cantiere
- 1970** Diploma federale di capomastro
- 1986** Esperto agli esami federali di capomastro
- 1971** Creazione di una propria impresa di costruzioni
- 2005** Pensionamento



Le due gallerie si sviluppano su tracciati rettilinei che passano sotto il Wasenhorn e il Monte Leone

Percorso avventura «Ferrovia – Natura – Arte»

Questo percorso inizia e finisce vicino alla stazione di Briga. 50 pannelli informano sulla ferrovia e la galleria del Sempione, 24 pannelli informano sulla natura. E' aperto da marzo fino a fine ottobre e segnalato da cartelli color marrone con la scritta «Erlebnispfad Bahn-Natur-Kunst». L'intero percorso, facile da percorrere, dura circa 3 ore. Sono consigliate buone scarpe. Informazioni nel sito www.bitsch.ch.

Le gallerie più lunghe nel mondo adibite al traffico

La galleria di base del S.Gottardo

Dovrebbe essere terminata nel 2014. Sarà lunga 57 km e dovrebbe essere allora la più lunga galleria ferroviaria al mondo.

La galleria di base del Lötschberg

Dovrebbe entrare in funzione nel 2007. E' lunga 34,6 km

Nome	Tipo	Nazione	Lunghezza km
Seikan	Ferrovia	Giappone	53,850
Eurotunnel	Ferrovia	Francia/GB	49,940
Dai-Shimizu	Ferrovia	Giappone	22,186
Sempione	Ferrovia	Svizzera/Italia	19,824
Shin-Kanmon	Ferrovia	Giappone	18,680
Apenin	Ferrovia	Italia	18,507
San Gottardo	Strada	Svizzera	16,320
Nakayama	Ferrovia	Giappone	14,700
Lötschberg	Ferrovia	Svizzera	14,610

Attraverso il Sempione circolava fino al 1997 il leggendario Orient Express

Galleria del Lötschberg: Info-Center Mitholz

Orari di apertura : giornalmente dalle 13.00 alle 18.00
L'Info-Center chiude definitivamente alla fine di giugno 2006. Informazioni : visit@blsatw.ch , tel. 033 672 76 70
www.blsalptransit.ch/dt/infozenter/infozenter_mitholz.htm

Museo del Sempione

Raccolta Fantoni: foto storiche e testimonianze del passato danno un'idea della costruzione della galleria e della strada del Sempione. Orari di apertura (da martedì a domenica) : dalle 10.00 alle 12.00 e dalle 14.00 alle 17
Chiuso il lunedì. Info: www.brig.ch

ECOMUSEO nel paese Simplon Dorf

Punti principali dell'esposizione sono i diversi aspetti della storia del passo del Sempione, le conseguenze del traffico attraverso il Passo sulla regione e la storia del Goldbergwerk di Gondo-Zwischbergen. Orari di apertura: dal 1 al 15 giugno dal mercoledì alla domenica dal 16 giugno al 15 agosto tutti i giorni dal 16 agosto al 30 ottobre dal mercoledì alla domenica dalle 13.00 alle 17.00

Per gruppi e scolaresche su richiesta viene aperto anche fuori dagli orari indicati.

Informazioni: tel 027 978 80 80
<http://mypage.bluewin.ch/stockalperweg/ecomuseum.htm>

Modello ridotto della galleria del Sempione al Deutsches Museum a Monaco di Baviera

L'esposizione mostra i diversi modi di costruzione di gallerie con modelli e in grandezza naturale, come pure le principali macchine scavatrici con pezzi originali; i modi di sostegno di oggi e di una volta possono essere confrontati in grandezza naturale. www.deutsches-museum.de/ausstell/dauer/tunnel/tunnel.htm

Links

www.wandersite.ch/Stockalperweg.html

Alla scoperta di itinerari attorno al Sempione

map.search.ch/Simplon.de.html

Carta interattiva del Sempione

www.geomatik.ch

www.ingch.ch

www.maturandeninfo.ethz.ch

Informazioni su professioni attorno alla costruzione di gallerie

www.blsalptransit.ch

Sito della NEAT

Soluzioni degli indovinelli di pagina 4

Enigma 1: la misura ottenuta da Martina sarà più piccola di quella effettiva. Prova con un nastro di gomma sul quale marchi 1 cm, 2 cm, 3 cm ecc. Con il nastro misuri la lunghezza di un oggetto, poi tieni il nastro e misuri di nuovo l'oggetto .



Enigma 2: Questa scavatrice di avanzamento viene usata al fronte dello scavo .

Informazioni

La SATW ha raccolto in forma di tabelle tutti gli enti, le pubblicazioni e le attività nell'ambito del tema Tecnica e Società. Si possono scaricare da: www.satw.ch/taetigkeiten/jugendtechnik

SporTech- La tecnica nell'atletica e nel ciclismo, mercoledì 22 marzo 2006, 13.15-17.30. Il Centro romando d'atletica a Aigle VD invita i giovani a un mercoledì pomeriggio per un incontro tra Mondo dello sport e della tecnica. Informazioni: www.satw.ch, www.centre-athletisme-romand.ch

Fino a ottobre 2006 nel Museo dei trasporti di Lucerna c'è un'esposizione sulle professioni ingegneristiche, interessante per coloro che si trovano nella fase di scelta della futura professione : www.verkehrshaus.ch oppure www.ingch.ch.

Ringraziamo:



Impressum

www.satw.ch/technoscope

Indirizzo di contatto

redaktion.technoscope@satw.ch

Concetto e redazione

Regula Zellweger,
www.rz-kommunikation.ch

Collaborazione redazionale

Elisabeth McGarrity, SATW, Brig
Giovanni Zamboni, SATW, Lugano

Responsabile scientifico di questo numero

Elisabeth McGarrity, SATW, Brig

Composizione

VISUM visuelle umrisse gmbh,
Bern, www.visum-design.ch

Stampa

Egger AG, Frutigen

Abbonamenti e ordinazione di copie

info@satw.ch
Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften
Postfach, 8023 Zürich
Telefon 044 226 50 11
Fax 044 226 50 19