

ARCHITETTURA  
Stoosbahn

design

# LA FUNICOLARE DEI RECORD

di Andrea Bagnoli

📷 Sascha Krähenbühl, Doppelmayr Garaventa, Stoosbahnen AG  
Eleonora Grassi

SI TROVA A STOOS,  
PICCOLO VILLAGGIO  
NELLO STORICO CANTONE SVITTO,  
SOPRA IL LAGO DI LUCERNA,  
CHE DAL PUNTO PIÙ ALTO DELLA  
LOCALITÀ, SI PUÒ AMMIRARE IN  
TUTTO IL SUO SPLENDORE.  
È LA FUNICOLARE PIÙ RIPIDA  
DEL MONDO REALIZZATA  
GRAZIE A UNA VERA IMPRESA.  
CHE ORA VI RACCONTIAMO

La picchiata verso la stazione di partenza vista da  
uno dei punti più ripidi del percorso (in quel punto circa il 100%)



**A**vete presente i paesaggi dei trenini o delle cartoline svizzere? Ecco questo è Stoos, un piccolo villaggio posto a circa 1300 m nello storico Canton Svitto, uno dei quattro Waldstaette ed uno dei tre cantoni primitivi della Confederazione Elvetica - insieme a Uri ed Unterwaldo, sopra il lago di Lucerna, a meno di un'ora di strada dal Gottardo. Non essendoci strade percorribili nel periodo invernale, questo bucolico centro abitato, popolato in modo permanente da poco più di 100 persone, è, da molti anni, raggiungibile solo con impianti di arroccamento che salgono da valle e, una volta in alto, vi potete muovere solo a piedi o con gli sci e per condurvi al vostro luogo di soggiorno vi vengono a prendere con la slitta trainata da cavalli.

In passato, per salire, si potevano impiegare una funivia e una funicolare realizzata negli anni '30 del '900 giunta ormai al suo fine vita tecnico.

Secondo la legislazione svizzera ogni villaggio abitato in modo permanente deve essere servito con un mezzo pubblico di trasporto che permetta la connessione alle strade principali.

La vetustà di questi impianti ormai non più adeguati ed un importante programma in corso di sviluppo dell'intera località (sono previsti nuovi impianti e alberghi), grazie alla sua grande attrattività turistica hanno portato alla decisione di sostituire la vecchia funi-

colare con una nuova. È iniziata così la sfida che ha portato a creare una da record: la più ripida del mondo azionata a fune. Il principio che applica è elementare, metterlo in pratica è stato tutt'altro che facile ed ha richiesto molto tempo per la progettazione e uno specifico affinamento nel funzionamento una volta realizzato.

La soluzione è stata individuata dopo aver valutato tutte le alternative convenzionali. Ognuna di queste soluzioni presentava un ostacolo insormontabile: una funivia, anche con sistema 3S, non era fattibile in quanto il suo funzionamento sarebbe stato troppo influenza-

to dal vento, dato che il tragitto ipotizzabile sorvola una stretta valle spesso sferzata da forti raffiche; una cabinovia nemmeno perché, in prossimità dell'unico percorso possibile, c'è un poligono di tiro. Il collegamento deve infatti operare con continuità in qualsiasi condizione meteo e devono essere movimentati anche grossi carichi. Fu scartata subito anche l'idea di allargare la strada esistente, infatti, al di là delle grandi difficoltà tecniche, questa avrebbe comportato un notevole aumento di traffico e di inquinamento, ponendo fine alla pacifica tranquillità di cui si gode nel villaggio di Stoos, in cui non circola quasi nessun automezzo privato. È stato quindi proposto a Garaventa di eseguire uno studio di fattibilità per una soluzione innovativa. È nata così l'idea di una funicolare con percorso in parte in galleria. Sarebbe stato in questo modo possibile movimentare grossi carichi e operare senza limiti di vento.

Nel contempo era necessario soddisfare alcune specifiche richieste e, secondo le parole di Bruno Lifart, A.D. di Stoosbahnen AG, «venire incontro alle esigenze dei passeggeri di oggi». «Si comincia con l'individuazione» del giusto punto di partenza per la stazione a valle e dalla posizione il più possibile ottimale per la stazione a monte. Infatti, la nuova stazione a monte si trova nelle immediate vicinanze degli impianti di risalita e molto vicina al villaggio di Stoos». «Era altresì importante che l'ospite si trovasse completamente a proprio agio nell'impianto e nelle stazioni: grandi fi-



## L'ARCHITETTO Andrea Bagnoli

**N**ato a Varese nel 1970, si è laureato in architettura presso il Politecnico di Milano nel 1995. Dal 1998 esercita la libera professione di architetto con studio in Gavigrate (VA) occupandosi principalmente di edilizia residenziale e di servizio. [studiobagnoli@libero.it](mailto:studiobagnoli@libero.it). Da sempre grande appassionato di sci e di montagna, oltre che di architettura e di tecnologia, sta svolgendo una ricerca sul tema delle architetture e delle strutture di servizio all'utilizzo sportivo della montagna. Un lavoro concentrato principalmente sugli aspetti di sostenibilità, accessibilità, rapporto tra i manufatti e il contesto ambientale in cui sono inseriti, gestione consapevole delle risorse ambientali ed energetiche, qualità architettonica degli interventi e ovviamente... funzionalità per lo sciatore. Il desiderio è quello di far conoscere come un miglior sfruttamento delle risorse e un più armonioso rapporto edificato-ambiente siano valori da promuovere anche per una fruizione turistica più efficace e funzionale

← A metà percorso si trova il punto di incrocio tra i due convogli. Le due cabine salgono e scendono in sincrono (una sale ed una scende) questo rende molto efficiente il sistema dal punto di vista energetico, in quanto si impiega anche la forza di gravità per la movimentazione

Per effettuare le perforazioni nella montagna sono stati impiegati due diversi macchinari. Per la galleria superiore, da cui è scattata la foto, è stata impiegata una TBM, detta in gergo «talpa», costituita da un convoglio dotato di una punta per effettuare lo scavo e di un complesso sistema per allontanare le macerie e posare dei binari mano a mano che avanza. Per quelle più basse, le più ripide, prima è stato effettuato un piccolo foro guida in cui è stata inserita una sorta di grosso albero in acciaio collegato alla estremità superiore del foro che, operando a ritroso, ha creato i fori



nestre, un generoso «spazio libero» sopra la testa, stazioni spaziose e assolutamente nessun ostacolo, ad es. gradini, nonché una chiara separazione spaziale tra il flusso delle persone e delle merci».

Si doveva progettare con particolare attenzione ad accessibilità e fruibilità per tutti i potenziali utenti anche con difficoltà motorie o con carichi ingombranti o carrelli. Gli accessi dovevano essere in piano e a livello con le cabine, queste dovevano offrire un pavimento orizzontale per tutto il percorso, per non generare impedimenti o pericoli durante l'impiego o situazioni di disagio - anche psicologico - agli occupanti.

La soluzione proposta è un notevole esempio del pragmatismo svizzero: una funicolare innovativa con cabine autolivellanti lungo un percorso con inclinazione variabile con due ponti e tre gallerie, che nel punto più ripido raggiunge la pendenza di 47,7° (il 110%).

Il progetto è stato esposto alla popolazione dei tre comuni interessati dal percorso e una serie di votazioni più che favorevoli ha convinto amministratori ed autorità a procedere. L'opera è infatti in gran parte finanziata da fondi a vario titolo pubblici.

Il percorso di autorizzazione e progettazione dell'opera è iniziato nel 2002, con i primi studi di fattibilità e le consultazioni pubbliche, si è poi passati alle analisi di dettaglio ambientale, infine alla progettazione definitiva ed esecutiva. I lavori di costruzione vera e propria sono iniziati nel 2012 e il 17 dicembre 2017 alle ore 12,17 via alla prima corsa!

Entriamo allora più nel dettaglio del nuovo impianto e della sua realizzazione. Tecnicamente è una funivia potremmo dire «messa sotto per sopra», ovvero con portanti e traenti sotto le cabine, dove le portanti - in effetti - sono dei binari ferroviari standard. La via di corsa così è vicina al suolo, pertanto è utilizzabile anche in condizioni atmosferiche avverse con un unico limite: le forti nevicate. In questo caso infatti è necessario rimuovere con frequenza la neve dalla linea altrimenti i convogli non riescono ad avanzare.

Al fine di garantire il massimo comfort di viaggio anche con questa enorme pendenza, l'azienda CWA, affiliata Doppelmayr, ha progettato scompartimenti passeggeri particolari. Grazie alle ampie superfici vetrate ed alla generosa spaziosità, essi offrono una vista meravigliosa sulla regione turistica svizzera di Stoos-Muotatal. Un dispositivo di compensazione dell'inclinazione progettato da Garaventa provvede affinché le insolite cabine cilindriche si adeguino automaticamente alla pendenza effettiva. In tal modo, il pavimento degli scomparti resta orizzontale durante l'intera corsa. Ingresso e uscita nelle stazioni a valle e a monte sono al livello del suolo e privi di barriere. Le merci possono essere trasportate separatamente per mezzo di un'apposita piattaforma. Questa dispone di livellamento automatico esattamente come gli scomparti passeggeri.



↑↓  
Completate le operazioni di scavo per la posa dei binari è stata impiegata una macchina in grado di posare contemporaneamente i basamenti in cemento armato prefabbricato e i binari in blocchi di 6 metri l'uno. L'avanzamento è stato mediamente di 12 metri al giorno



Per guidare il flusso dei passeggeri senza incrociarli, persone e merci sono logicamente separate tra loro. Il record mondiale di pendenza non era nelle previsioni di progetto di Standseilbahn Schwyz-Stoos AG e del partner Garaventa, per loro era importante ottenere un'elevata disponibilità nonché un'accessibilità ottimale del villaggio montano di Stoos, ma, visto che è stato ottenuto, perchè non sfruttarlo a proprio vantaggio. Da quando il nuovo impianto è in funzione, infatti, gli accessi alla località sono aumentati di molte volte e le previsioni sono di continua crescita sia durante l'inverno sia per la stagione estiva. Dice ancora Bruno Lifart «Non abbiamo cercato il record mondiale, ma una volta ottenuto, la cosa non ci dispiace affatto».

Il vagone è caratterizzato da uno chassis di tipo ferroviario con carrelli a scartamento standar (150 cm, lo stesso delle ferrovie svizzere ed italiane) lunghi circa 22 m su cui sono alloggiati 4 cabine cilindriche che possono ospitare sino a 34 persone cadauna e un piano di carico su cui possono essere alloggiati merci o apposite cisterne per il rifornimento dei serbatoi ospitati a monte. Ogni carrozza pesa a vuoto circa 27 tonnellate e può arrivare sino a 39 a pieno carico. A movimentare tutto questo ci pensano due motori potentissimi da 1150 kW l'uno (sono i più potenti in esercizio per un sistema funiviario in Europa) posizionati a monte che permettono ai 136 passeggeri di percorrere il tragitto in circa 3 minuti con una velocità massima di 10 m/s. Ci sono poi dei motori di emergenza ridondanti che possono garantire l'operatività anche in caso di guasti a quelli principali o di black out elet-

↓  
L'operazione di trasporto dei convogli alla stazione di partenza e di collocamento degli stessi sui binari ha richiesto una progettazione dei percorsi centimetro per centimetro sia per il passaggio del convoglio stesso sia per quello della gru necessaria per la posa in opera. Ci sono infatti in tutta la Svizzera solo 3 gru in grado di alzare carichi di queste dimensioni (27 t). Il percorso dei vagoni è stato studiato in ogni dettaglio, non è stato possibile seguire la via più breve in quanto sarebbe stato necessario superare ponti non adatti a reggere i carichi, è stato così necessario prolungare il viaggio aggirando le montagne. Lungo il percorso è stato necessario rimuovere arredi urbani, linee elettriche sospese, cartelli stradali e altri ostacoli. L'operazione ha richiesto diversi giorni effettuando i tratti più difficili durante la notte per non danneggiare eccessivamente il traffico locale. È stato un evento quasi come per l'arrivo via terra del sommergibile Toti al Museo della Scienza e tecnologia di Milano. In alcuni punti il passaggio è stato possibile per pochi centimetri



↑  
La stazione di arrivo a 1306 m con i colori e il logo della Società Impianti  
→  
Ecco il punto più ripido, all'uscita del primo tunnel, in questo punto la pendenza va oltre il 110 %

## SCHEDA TECNICA Stoosbahn

**SOCIETÀ IMPIANTI**  
Stoosbahnen AG  
**ANNO DI REALIZZAZIONE:**  
2012 - 2017  
**QUOTA STAZIONE DI PARTENZA:** 562 m  
**QUOTA STAZIONE DI ARRIVO:** 1306 m  
**DISLIVELLO:** 743 m  
**PORTATA ORARIA MASSIMA:**  
1500 p/h  
**VELOCITÀ:** 10 m/sec  
**DURATA TRAGITTO:** 3 min  
**NUMERO DI CARROZZE IN LINEA MASSIMO:** 2  
**CAPACITÀ DELLE CABINE:**  
posti 34  
**CAPACITÀ DELLE CARROZZE:** posti 136  
**LUNGHEZZA DEL PERCORSO:** 1738 m  
**LUNGHEZZA TRATTI IN GALLERIA:** 560 m  
**LUNGHEZZA PONTI:** 261 m  
**PENDENZA MASSIMA PERCORSO:** 110% (47,7°)  
**DITTE REALIZZATRICI IMPIANTO FUNIVIARIO**  
Doppelmayr Garaventa  
**COSTO DELL'OPERA** 88 milioni di franchi svizzeri



## ARCHITETTURA Stoosbahn

Il veicolo con quattro scompartimenti passeggeri e una piattaforma per le merci pesa 27 tonnellate a vuoto. Compresi i passeggeri, ha un peso totale di 39 tonnellate



La piattaforma merci è progettata per il trasporto di sei tonnellate e si presenta, come le cabine passeggeri, in posizione sempre orizzontale

Gli scompartimenti A comando idraulico, le cabine cilindriche vengono adeguata all'angolo di inclinazione. 34 passeggeri possono entrare in ogni scompartimento, l'intero veicolo può portare 136 passeggeri

trico. La componentistica elettro-meccanica è stata realizzata in collaborazione da Garaventa e da ABB.

Le cabine possono essere comandate da quattro postazioni diverse, a valle, a monte e, grazie ad un sistema di controllo che impiega ben 40 telecamere e un complesso sistema di sensori, attraverso un sistema remoto senza operatori nei convogli.

Altra sfida da vincere è stata la realizzazione del tracciato della funicolare. Per creare le tre gallerie in forte pendenza in un substrato roccioso poco coeso ed uniforme è stato necessario mettere a punto delle tecniche operative specifiche ed impiegare due tipi di macchinari differenti. La roccia scavata è stata poi sminuzzata sul posto ed impiegata per creare la massciata di parte del tratto a monte. Solo due numeri per inquadrare l'ordine di grandezza: 50 ditte impegnate nei lavori e 1600 mc di calcestruzzo solo per la stazione di monte.

Durante la realizzazione, l'attenzione si è concentrata soprattutto sulla sicurezza sul lavoro in un terreno estremamente impegnativo. Tra le altre cose, occorre garantire che gli operai fossero riparati nel corso delle 24 ore e che potessero raggiungere e abbandonare in sicurezza il cantiere in pendenza. Tutto ciò anche d'inverno, di notte, con la neve, la pioggia e così via.

Anche il trasporto a monte delle componenti dell'impianto non è stato uno scherzo, in particola-



La rotazione delle cabine nel punto più ripido e lo schema di funzionamento del convoglio (Se siete nella cabina e non guardate fuori non ci si accorge di nulla)

Il tratto conclusivo della funicolare nel paesino di Stoos, quando si esce dal tunnel superiore si entra in un pianeta diverso, quasi fuori dal mondo.

Elvira Faessler, delegata dalla società impianti per guidarci alla scoperta di questo strabiliante impianto con Andrea Bagnoli

re il trasporto delle unità dell'argano (tre parti che insieme formano la puleggia più grande in Europa). Per portare su i singoli elementi, pesanti fino a 16,5 tonnellate, lungo le strette strade montane, gli autisti hanno dovuto operare con precisione millimetrica.

Capitolo delicato e sfuggito un po' dal controllo è stato quello dei costi. Il budget messo a preventivo nella fase di studio di fattibilità era di 25 milioni di Franchi Svizzeri che sono saliti a 40 quando si è passati alla fase di progettazione di massima e ulteriormente saliti sino a 52 quando si è passati alla progettazione esecutiva e alla realizzazione.

Durante la costruzione sono poi intervenuti degli imprevisti, in particolare due importanti rotture ai macchinari impiegati nei lavori e grandi difficoltà nelle perforazioni delle gallerie per la presenza di un substrato roccioso non uniforme e stabile che ha richiesto tempi molto più lunghi del previsto per le perforazioni e la creazione di sistemi di stabilizzazione degli ambiti di scavo durante le fasi di lavorazione. I costi sono così ulteriormente lievitati a circa 88 comprendendo anche quelli relativi alle opere accessorie come il parcheggio multipiano alla partenza.

Risoluto e semplice, il progetto architettonico e logistico delle stazioni di partenza ed arrivo, curato da BSS Architekten. Volumi ben delineati, secondo la tradizione svizzera contemporanea, con elementi di demarcazione evidenti per creare un insieme in grado

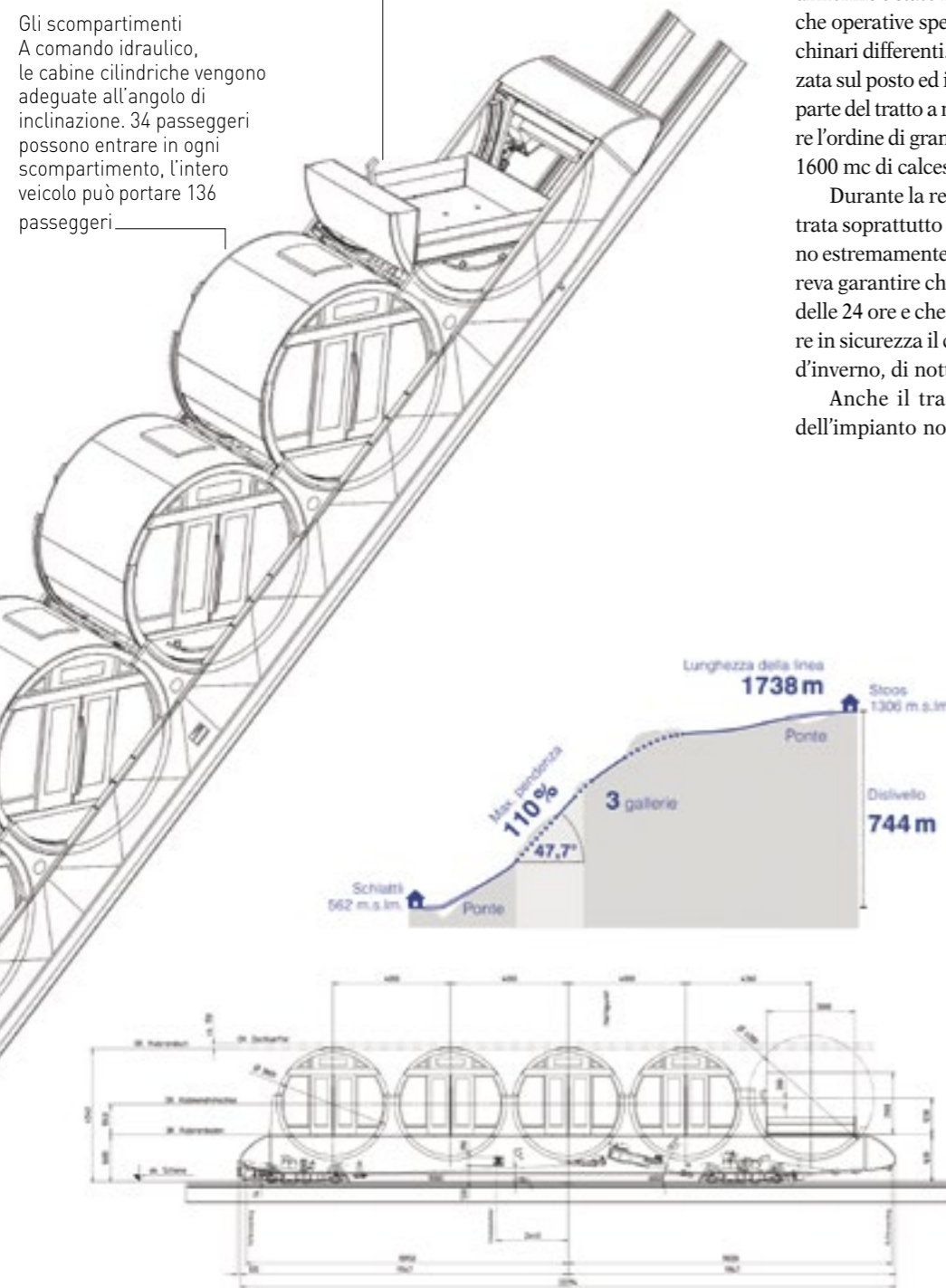
di generare una forte coerenza tra le funzioni contenute, la componente ingegneristica e l'aspetto esteriore inserendosi in modo armonioso nel contesto alpino.

In particolare i portali in giallo in contrasto con i rivestimenti in doghe legno nelle stazioni sono stati sempre collocati in posizioni specifiche per individuare precise funzioni o punti di vista. Le doghe stesse sono state posate simbolicamente con l'inclinazione del punto più ripido del percorso.

Il progetto non si è fermato agli aspetti estetici, grande cura è stata data al layout logistico degli spazi mantenendo sempre separati i percorsi per accesso e deflusso dei passeggeri da quelli per le merci creando due apposite piattaforme logistiche a valle e a monte.

Non è stato trascurato nemmeno il tema energetico, il calore prodotto dal raffreddamento dei motori nella stazione di monte è stato impiegato per il riscaldamento degli uffici, degli spazi commerciali e di altri edifici che saranno ristrutturati in futuro.

Una ultima frase di Bruno Lifart sintetizza a piena il pensiero su quanto realizzato: «abbiamo riscontrato, senza esagerare, che la nuova Stoosbahn rappresenta un progetto faro per la regione.» Questa è l'attestazione di come la capacità di pensare fuori dagli schemi abbia permesso di superare un ostacolo impervio utilizzando un principio noto ai costruttori sin dall'antichità ora applicato in modo innovativo ed esemplare.



La linea, lunga 1.738 metri, è composta da due ponti per una lunghezza totale di 261 metri e da tre gallerie per una lunghezza totale di 578 metri