

SISTEMI DI SMARINO VIA NASTRO TRASPORTATORE

Massimiliano Bringiotti*
Giampiero Parodi**
Davide Nicastro**

La graduale meccanizzazione dei processi di costruzione richiede un continuo miglioramento di performance ed efficienza della logistica. Lo scavo di gallerie richiede soluzioni affidabili per il trasporto all'esterno del materiale di risulta così come per l'approvvigionamento del fronte (materiali da costruzione, energia, ecc.). La Marti Technik AG di Moosseedorf (Svizzera), leader mondiale nella progettazione, costruzione, installazione e gestione di impianti e sistemi per il trasporto, mostra nei nastri trasportatori il proprio punto di forza. Insieme all'utilizzatore finale, coordina tutte le fasi progettuali e realizzative dell'impianto stesso, offrendo così soluzioni mirate che vanno dalla semplice fornitura alla formula chiavi in mano.



Figura 1 - Il nastro esterno alla discenderia della galleria di base della Variante di Valico (FI-BO)

In generale, la funzione di un nastro trasportatore è quella di movimentare con continuità materiali sfusi omogenei o miscelati, su distanze variabili che possono essere di solo alcuni metri a decine di chilometri.

I camion sono il sistema di trasporto alternativo più competitivo rispetto al nastro che comunque ha i seguenti vantaggi: minore numero di addetti, limitati consumi energetici, manutenzione programmabile a lunghi intervalli, indipendenza dai sistemi circostanti, costi d'esercizio ridotti e, a parità di portata, i grandi convogliatori a nastro possono presentare costi globali inferiori fino al 40-60% rispetto al trasporto a mezzo camion.

Il nastro trasportatore convenzionale

Un sistema a nastro trasportatore standard è composto da tappeto, testate di estremità (motrice e di rinvio), rulli di sostegno, sistema di tensionamento, dispositivi di pulizia, tramoggia di carico del materiale, coperture del nastro, sistemi di controllo e comando.

Il materiale viene caricato sul tappeto che i rulli di sostegno dispongono a conca in modo da evitare la caduta laterale e aumentare, a parità di larghezza del nastro, la capacità di trasporto.



Figura 2 - Il nastro trasportatore blindato



Il tratto di ritorno, lungo il quale il nastro corre scarico, viene normalmente sostenuto da rulli diritti.

Il nastro in gomma svolge la doppia funzione di contenere il materiale trasportato e trasmettere la forza necessaria per trasportare il carico.

Le superfici superiore (di andata) e inferiore (di ritorno) del nastro, poggiano su serie di rulli sostenuti da strutture metalliche (stazioni). Alle due estremità del convogliatore il nastro si avvolge su tamburi, uno dei quali, accoppiato a organi motore, trasmette il moto. Gli organi meccanici ed elettrici del convogliatore, quali rulli, tamburi, cuscinetti, motori, ecc. sono prodotti secondo Norme unificate e i livelli qualitativi raggiunti dai migliori costruttori ne garantiscono funzionalità e durata nel tempo.

I componenti principali del convogliatore (nastro e rulli) richiedono, se dimensionati e installati correttamente, una manutenzione molto ridotta. Il nastro di gomma ha bisogno di rarissime riparazioni superficiali e i rulli lubrificati a vita permettono, se di buona qualità e di avanzata concezione, di ridurre la percentuale annuale di sostituzioni per manutenzione ordinaria. Il rivestimento dei tamburi presenta una durata minima di un paio di anni.

L'utilizzo di adeguati dispositivi di pulizia del nastro nel punto di alimentazione e in corrispondenza di quelli di scarico assicurano una maggiore durata delle installazioni e una minore manutenzione.

Tutti questi fattori, unitamente al limitato costo delle opere di supporto per lo scavalco di dislivelli o il sottopasso di dossi, strade e altri ostacoli, nonché le pendenze superabili dai convogliatori a nastro liscio (fino a 18°) e la possibilità di recuperare energia nei tratti di percorso discendenti, hanno reso possibile la progettazione e la realizzazione di convogliatori di lunghezza fino a 100 km realizzati con singole tratte di 15 km ciascuna.

Il nastro

La prestazione di un nastro dipende dal tipo e dal numero delle sue tele, elementi che, a loro volta, risultano dalla sollecitazione massima di tensione a cui il nastro è sottoposto.

Tale sollecitazione dipende: dalla potenza assorbita dal nastro, dalla sua velocità, dall'ampiezza dell'arco di avvolgimento del nastro sulla puleggia motrice (per archi maggiori di 240° si hanno due pulegge motrici), dal coefficiente di attrito fra pulegge motrici e nastro (nude o rivestite di gomma), dal tipo di tenditore impiegato in relazione alla sua capacità o meno di mantenere una tensione costante (a contrappeso o a vite). E' pertanto possibile che, a pari potenza assorbita e a pari velocità, risultino sollecitazioni di tensione diverse, e si debbano quindi adottare nastri diversi, secondo le caratteristiche dell'impianto.

I nastri trasportatori per utilizzo in fase di scavo meccanizzato o tradizionale

I lavori in sottoterraneo che contemplino l'impiego di un sistema di nastri trasportatori sono spesso a seguire dello scavo meccanizzato con TBM. Il progetto di un impianto a nastro in questo caso, può essere radicalmente influenzato dai seguenti parametri: diametro di scavo della TBM o sezione di lavoro nel caso di scavo in tradizionale; superficie geometrica all'interno della quale le varie componenti del sistema devono venire installate; tipologia del materiale; presenza di acqua e/o di gas; macchina/metodo di scavo utilizzata; produzioni di scavo medie e di picco, lunghezza di scavo senza interruzioni, lunghezza del tracciato; pendenze e curve piano-altimetriche; sistema di sospensione del nastro in galleria e all'esterno; esistenza o meno di un pozzo per l'estrazione del materiale; gestione dei cumuli del materiale trasportato; gestione della discarica; condizioni atmosferiche all'esterno (pioggia, vento, neve); livello di automatismo proprio dell'impianto e livello di integrazione automatica dell'impianto in combinazione con gli altri elementi del cantiere.

Tutti i componenti dell'impianto devono essere progettati e ottimizzati in funzione di questi parametri. Di seguito una descrizione sintetica di alcuni dei diversi componenti speciali.

Il magazzino nastro

Il magazzino per il contenimento del nastro trasportatore è forse la struttura principale e più imponente di un impianto a nastro a funzionamento continuo, progettato in genere per seguire le fasi di scavo di una TBM, la cui produttività dipende dall'efficacia dello smaltimento del materiale di risulta.



Figura 4 - Il magazzino del nastro Marti Technik, installato sotto una struttura portante in acciaio

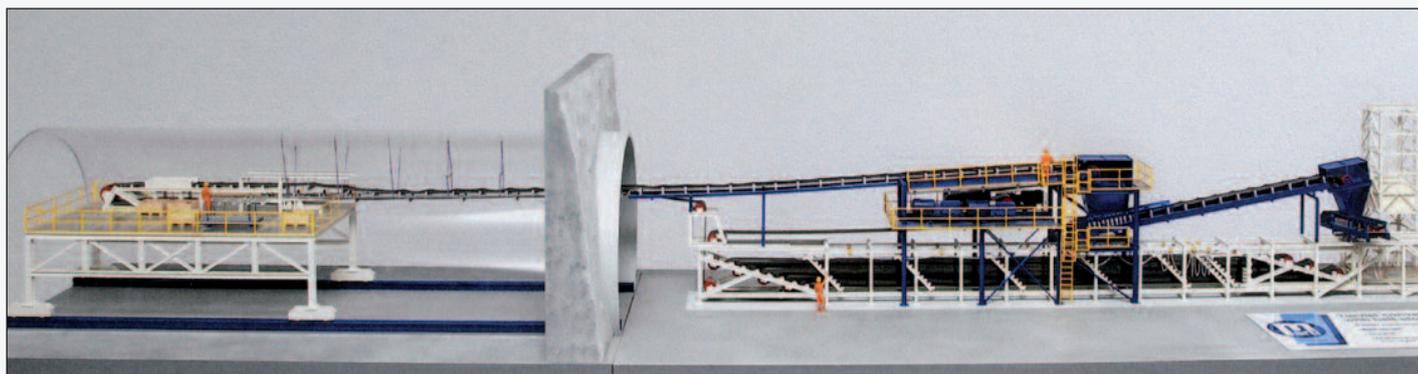


Figura 3 - Un modello di nastro dal back up della TBM al sito di cumulo

Nei cantieri, soprattutto se con avanzamenti record anche di 100 m/g, occorre ingegnerizzare un sistema in grado di portare alla e dalla TBM un tappeto che possa seguirla durante il suo processo di scavo.

In genere il sistema di accumulo del nastro è installato all'imbocco della galleria da scavare.

Il magazzino nastro, dimensionato in funzione della larghezza del tappeto e della lunghezza di nastro che deve contenere, può essere pertanto installato all'aperto in posizione orizzontale (in linea con la galleria da scavare) o verticale, in caverna appositamente costruita o in una zona non in linea con la galleria.

I componenti principali di tale macchina sono:

- ◆ la struttura di contenimento del tappeto, che prevede una serie di guide e di rulli tenditori;
- ◆ un sistema di tensionamento del sistema, in genere una torre con un contrappeso;
- ◆ un argano per calibrare la forza di tiro del contrappeso, in funzione degli sforzi che l'impianto genera;
- ◆ un sistema elettronico, integrato con la macchina di scavo via PLC, per rilevare i valori di tiro dell'intero impianto e coordinare il contrasto che l'argano deve generare per mantenere il corretto valore di tensionamento sul tappeto;
- ◆ un nastro trasportatore fisso, installato trasversalmente alla zona di scarico del materiale di risulta, in grado di convogliare lo smarino in una posizione lontana dalla struttura.

Il sollevatore verticale

Nei progetti di tipo metropolitano, dove spesso lo scavo delle gallerie avviene tramite macchine di perforazione inserite in pozzo, è necessario smaltire verticalmente il materiale di risulta. E' possibile farlo grazie a numerosi sistemi, quali l'elevazione tramite carro ponte di cassoni e sistema di ribaltamento degli stessi all'esterno del pozzo,



Figura 6 - Il sollevatore verticale



Figura 5 - La torre contrappeso Marti Technik: l'argano di tiro è posizionato dalla parte opposta dell'attraversamento fluviale (Brennero)

l'utilizzo di cassoni a fondo apribile automaticamente (sistema Cipa SpA), la costruzione di gallerie inclinate dedicate propriamente all'installazione di sistemi di smarino a nastro; pompaggio dello smarino o l'utilizzo di nastri a sandwich, a tubo o a zig zag, Marti Technik ha sviluppato un particolare sistema a nastro verticale, costituito da un sistema meccanico di connessione tra il nastro trasportatore di scavo meccanizzato e l'elevatore a nastro, una struttura di supporto verticale del sistema di elevazione, un sistema di motorizzazione "intelligente" atto alla gestione dell'impianto, un tappeto a "bavette", un particolare sistema di recupero dei "giochi" delle macchine facenti parte del sistema di elevazione, un sistema di trasferimento del materiale elevato verticalmente a un impianto di trasferimento a scarica e da un sistema di pulizia del tappeto grazie a un connubio di cinematiche che prevedono lo scuotimento e l'eventuale lavaggio a pressione del tappeto.

Il collegamento del nastro trasportatore al back up della TBM

Il sistema di collegamento del nastro trasportatore al back up della TBM deve essere in grado di reagire al tiro (reazione) del magazzino nastro posto all'esterno, agli eventuali boosters di rilancio (tamburi motori che servono principalmente per le correzioni delle tensioni generate sul tappeto dalle curve lungo il tracciato) posizionati lungo la galleria e deve coordinare gli sforzi con l'avanzamento della TBM.

E' pertanto fondamentale progettare tale elemento di rinvio congiuntamente con la macchina di scavo, studiandolo in funzione delle geometrie insite nel sistema di perforazione meccanizzato, analizzando le interferenze con tutti gli elementi facenti parte del back up e con l'intero lay out del progetto.

Il sistema di controllo e comando dell'intero impianto

L'intero impianto necessita di un controllo e di un comando accurato, gestito da una logica di funzionamento in grado di coordinare quasi tutti i parametri dell'impianto stesso e soprattutto dell'intero processo di scavo della galleria.

Un impianto di smarino continuo via nastro necessita quindi di un sistema computerizzato in grado di monitorare tutti i segnali, controllarli e restituirli in ogni postazione di controllo e di comando.

Impianti ancora più complessi possono prevedere ulteriori e diverse fasi di lavorazione e/o di gestione del materiale estratto dalla galleria, come una riduzione secondaria, la vagliatura, il trasferimento su cumuli differenti in funzione della tipologia o della pezzatura, la gestione di differenti punti di carico.

Il sistema di aggiunta delle stazioni di rulli all'interno del back up della TBM

Durante la fase di avanzamento della TBM è necessario industrializzare il processo di aggiunta e fissaggio delle stazioni di rulli che sosterranno il tappeto lungo il suo svolgersi.

Occorrono sistemi rapidi da installare, semplici, sicuri, manovrabili anche in spazi ristretti e di facile manutenzione.



Il sistema di sospensione del nastro all'interno della galleria

Una volta aggiunte le terne di rulli all'interno del back up della TBM di scavo, è necessario studiare un sistema per il loro fissaggio a paramento del tunnel in fase di scavo.

Tra le geometrie utilizzabili, l'incatenamento in calotta, il posizionamento a paramento mediante strutture metalliche poste al di sotto del telaio di sostegno delle terne di rulli e il posizionamento sulla platea. La regolazione dell'intero sistema è molto importante; bisogna poter posizionare l'intera struttura di sostegno del tappeto secondo una traiettoria studiata a tavolino.

In funzione delle curve e della loro tipologia le varie terne di rulli dovranno potersi regolare in posizione secondo angolature prestabilite. In caso di curve particolarmente strette si possono anche utilizzare speciali stazioni di rulli atte a mantenere in traiettoria il tappeto in modo da evitare spillamenti di materiale a terra, fenomeno che potrebbe essere non solo fastidioso (per i problemi di pulizia continua) ma anche pericoloso.

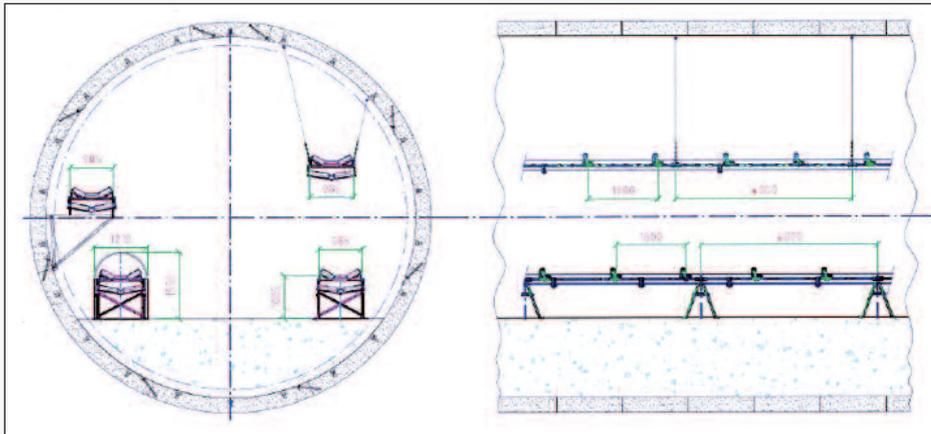


Figura 7 - Le tipologie di sospensione del nastro all'interno della galleria

Alcune referenze

Il tunnel del Gottardo (Svizzera)

L'ingente quantità di smarino, derivante dallo scavo delle due canne del tunnel ferroviario del Gottardo, lungo 57 km (si veda "S&A" n° 50 pag. 50) è stato accumulato presso i cinque accessi di Erstfeld, Amsteg, Sedrun, Faudo e Bodio e ha imposto una seria risposta in termini di logistica e organizzazione. La Marti Technik ha un importante ruolo



Figura 8 - Il nastro installato in caverna (Amsteg)

lo nella gestione del materiale:

- ◆ ad Amsteg con un nastro trasportatore per ogni canna, largo 800 mm e lungo 11 km, oltre al nastro collettore per entrambe;
- ◆ a Bodio con un sistema di nastri lungo 3.800 m che trasporta il materiale di risulta già frantumato delle due TBM, sino al deposito finale. Portata massima 700 t/h su di un tappeto di 800 mm con pezzature sino a 150 mm;
- ◆ a Faudo, dove il materiale di risulta delle gallerie principali e secondarie e delle caverne, dopo esser stato frantumato, è trasportato all'esterno con un sistema combinato frantoio-nastro trasportatore. Il nastro, lungo 2,8 km e largo 800 mm, ha una portata di 300 t/h con pezzature, a bocca frantoio, sino a 800 mm, per una potenza assorbita di 1.000 kW.

Una volta all'imbocco della galleria il materiale è trasportato all'accumulo finale, a 6 km di distanza, attraverso un sistema di tre nastri trasportatori, un nastro a ponte e un nastro di emergenza presso il deposito finale. La lunghezza di questo nastro è di 5.100 m, con un tappeto di 650 mm di larghezza per una portata di 500 t/h con pezzature sino a 150 mm. La potenza assorbita è di 657 kW.

Il tunnel di Katzenberg (Germania)

Nel tunnel ferroviario a doppia canna, lungo 9.385 m, di cui 8.984 m scavati con TBM e 401 m in "Cut & Cover", sulla linea AV Basilea-Karlsruhe, il sistema di trasporto dello smarino è composto da due nastri trasportatori in galleria di 9 km cadauno, un sito di deposito intermedio con sistema di movimentazione del materiale, un nastro esterno per convogliare il materiale al deposito finale, il tutto completo di sistema di motorizzazione e di automazione.

Sono stati convogliate 2,7 milioni di t di smarino, con una portata dei nastri in galleria pari a 900 t/h e una portata del nastro esterno di 130 t/h. La potenza installata per ogni nastro in galleria è stata di 1.065 kW per una larghezza del tappeto di 800 mm. Il nastro esterno aveva una larghezza di 1.000 mm. Il volume del materiale stoccato nel deposito intermedio poteva raggiungere i 30.000 m³. Il sistema di controllo dei nastri è stato completamente automatizzato dalla TBM al deposito finale. La potenza totale installata è stata di 3,2 MW.

L'entrata in esercizio del tunnel è prevista per il 2012.

Il tunnel di base del Lötschberg (Svizzera)

Lo scavo del traforo ferroviario del Lötschberg, lungo 34,6 km, ha prodotto circa 16,5 milioni di t di smarino, trasportato e raccolto a Mitholz (Nord) e a Raron (Sud) e quindi suddiviso in roccia riutilizzabile per la produzione del calcestruzzo, materiale da trasformare in ghiaia fine dopo esser stato riprocessato e materiale non più utilizzabile in alcun modo.

Anche lo scavo del tunnel di base del Lötschberg è stato suddiviso in varie sezioni in modo da poter affrontare il lavoro e la sua gestione al meglio dal punto di vista ingegneristico (si veda "S&A" n° 39 pag. 30 e n° 64 pag. 48)

Per questo progetto la Marti Technics ha fornito i nastri trasportatori per Steg, Mitholz, Ferden e Raron. Ha inoltre realizzato l'impianto di "processing" del materiale, vicino a Raron. Il traforo è in esercizio dal 15 Giugno 2007.

Il portale di Raron

L'accesso Sud al Lötschberg avviene tramite il portale di Raron, da cui partono due gallerie, una scavata con TBM e l'altra con il metodo "Drill & Blast". I 2,3 milioni di t di materiale, per entrambe le gallerie, sono stati trasferiti presso l'imbocco con due nastri trasportatori. Un ulteriore nastro all'esterno ha provveduto a portare il materiale presso la località di Eya dove è stato processato. La portata totale era di circa 1.000 t/h di materiale con pezzatura compresa tra 0 e 300 mm. Per il trasporto della ghiaia è stato installato un ulteriore nastro. Questo sistema ha utilizzato circa 14.300 m di nastro in sottosuolo e 2.100 m all'esterno, assorbendo una potenza di quasi 2.800 kW. I tappeti avevano una larghezza compresa tra 800 mm e 1.000 mm.



Figura 9 - La sistemazione a parco mediante stacker (Lötschberg)

L'accesso laterale di Steg

Per l'accesso laterale di Steg, utilizzato come area intermedia di lavoro durante lo scavo della galleria di base, la Marti ha fornito l'intero sistema di nastri trasportatori: 9.000 m in sottosuolo e 804 in superficie, per una portata di 1.000 t/ora su tappeti di 800/1.000 mm di larghezza (il tutto assorbente quasi 1 MW), il magazzino nastro completamente automatico con una capacità di 400 m, il magazzino intermedio del nastro e il capannone di carico ferroviario per nove vagoni.

L'accesso laterale di Mitholz

Lo smarino di circa 16 km dei 17 km di tunnel scavati dal lato berneese proveniva da Mitholz; generato dalle operazioni di sparo del fronte, è stato frantumato presso l'avanzamento, temporaneamente immagazzinato in cinque tramogge di 300 m³ cadauna e successivamente trasferito dalle tramogge al deposito in superficie con un nastro lungo 3 km e con portata di 600 t/ora. Un nastro parallelo al precedente e di pari lunghezza ha trasportato successivamente il materiale, opportunamente processato, dalla superficie all'impianto di preparazione del calcestruzzo in galleria. Viste le caratteristiche del percorso, i nastri sono stati divisi in 13 spezzoni e ognuno di essi è stato dotato di tre punti di scambio; tale installazione è stata completata da due "pipe conveyors" di diametro 500 mm e da 250 mm. La potenza impiegata è stata di 4,5 MW di cui 3,5 MW gestita da inverter, il tutto alimentato da quattro stazioni di trasformazione da 16.000 V.

L'intero impianto è stato gestito in modalità automatica. Alla centrale di controllo veniva visualizzato l'intero processo, comprensivo dei punti intermedi. Il sistema di controllo dialogava con i sistemi decentralizzati periferici grazie a 5.000 m di fibre ottiche.

L'accesso laterale di Ferden

Lo scavo dell'ulteriore finestra di accesso a Ferden (vicino a Goppelstein), le installazioni all'imbocco della galleria e il trasporto del materiale di risulta avevano l'obiettivo di ridurre i tempi di realizzazione del tunnel di base. Per non interrompere le fasi di scavo, il nuovo sistema modulare di nastri, con sei sezioni da 500 m e una sezione da 500 m con raggio di curvatura piano di 150 m è stato reso operativo, vulcanizzazione del tappeto compresa, in soli tre giorni. Sono stati utilizzati 3.500 m di nastro da 650 mm con una portata di 250 t/ora. Per essere portate fuori dalla galleria, le 620.000 t di materiale hanno richiesto una potenza costante al nastro di 800 kW e alcune stazioni di trasformazione da 630 kVA - 6.000/400V.

La Variante di Valico

Per le modalità di convogliamento dello smarino durante la realizzazione della Variante di Valico, lunga 62,5 km, alternativa al tratto appenninico dell'Autostrada del Sole Milano-Napoli (si veda "S&A" n° 68 pag. 36). Il nastro, fornito e installato dalla Marti Technik, è largo 800 mm con un raggio minimo di curva pari a 215 m. Può trasportare 500 t di materiali ogni ora per una potenza impegnata pari a 450 kW. Trasporterà in totale circa 2 milioni di t di smarino.

Il Brennero

La Galleria di base del Brennero lunga circa 55 km, composta da due canne principali a singolo binario, collegate da un cunicolo trasversale ogni 333 m, è un elemento centrale del Corridoio AV/AC Berlino-Monaco-Verona-Bologna-Palermo (si veda "S&A" n° 73 pag.

146 e n° 79 pag 112).

I lavori della galleria di Base inizieranno nell'anno in corso per concludersi entro il 2020, grazie alle informazioni sulle caratteristiche idrogeologiche del terreno raccolte durante lo scavo del tunnel esplorativo, avviato il 28 Aprile 2009, sotto al futuro tracciato delle due gallerie ferroviarie.

Il cunicolo esplorativo Aica-Mules

Il cunicolo Aica-Mules ha una lunghezza totale di 10.477 m dall'imbocco Sud, e una copertura massima di 1.400 m. Il progetto esecutivo ha previsto lo scavo con metodi tradizionali dei primi 150 m del cunicolo, così da superare una prima tratta con materiale di scarsa qualità geomeccanica e creare uno spazio utile per l'assemblaggio della TBM a doppio scudo, progettata, costruita e fornita dalla SELI che ha utilizzato alcuni componenti di una TBM Wirth DS-0630-118, trasformandola in DSU; la TBM è lunga 134 m e pesa 550 t. La velocità di rotazione della testa è pari a 0-7,3 rpm, mentre la potenza dei motori della testa è di 1.960 kW (7 x 280 kW). Il diametro di scavo è di 6,3 m e la testa è equipaggiata con 46 cutters da roccia da 17". Ha una capacità di scavo di 30 m al giorno.

L'avanzamento dello scudo anteriore, a cui è collegata la testa, avviene attraverso 14 pistoni che possono fornire una spinta massima di 25.000 kN.

Nella zona periferica della testa sono alloggiati le cosiddette "tazze" per il convogliamento dello smarino. Da qui, il materiale di risulta, graniti e granodiori, viene scaricato nella tramoggia che lo trasferisce su di un nastro trasportatore fornito e installato da Marti Technik, lungo 10.500 m, largo 800 mm e con una capacità di 450 t/h, che movimentata il materiale al di fuori della galleria, al cantiere di Hinterrigger.



Figura 10 - L'imbocco di Aica con il nastro Marti Technik in funzione

Il nastro trasportatore presenta vari raggi di curvatura: 400 m, 500 m e 1.200 m. Ha una potenza di 800 kW ed è equipaggiato con due “booster drives” che riducono lo stress a cui è soggetto il nastro nelle curve. Saranno trasportate ca. 300.000 t di roccia.

La galleria di accesso di Mules: l'attraversamento sopraelevato

La discenderia di Mules è una delle finestre per l'attacco intermedio previste lungo il tracciato del Tunnel di Base del Brennero. E' una galleria naturale di lunghezza pari a 1,8 km circa che raggiunge una copertura massima superiore a 1.200 m.

Lo scavo è realizzato con il metodo “Drill & Blast”, con due volate al giorno che consentono un avanzamento di 8 m/g. Nel comune di Campo di Trens, nell'alta Val Isarco, circa 1 km a Sud dell'abitato di Mules, si è predisposta un'area di cantiere. Tale zona serve come base logistica per lo scavo della galleria di accesso di Mules.

La MartiTechnik è stata incaricata di progettare un impianto in grado di oltrepassare in sicurezza la S.S. 12, l'Autostrada del Brennero, la ferrovia e il fiume Isarco e di consentire una portata di 300 t/h con una pezzatura massima della grana di 250 mm.

Per raggiungere questi valori si è optato per un nastro EP 630 con una larghezza di 800 mm. La velocità del nastro trasportatore è di 3 m/s.

Il sistema è reversibile e consente il trasporto in entrambe le direzioni.

La struttura portante dell'impianto si compone di elementi reticolari di supporto e a ponte. La distanza dei piloni di sostegno è stata progettata in funzione della situazione geometrica contingente visto il tipo di attraversamento. L'altezza dei piloni è determinata dalle distanze di sicurezza per i diversi attraversamenti sopraelevati, dall'altezza di scarico e dalle stazioni di trasferimento.

I ponti a struttura reticolare sopra la S.S. 12, l'Autostrada A22 e la ferrovia del Brennero sono chiusi; lo scatolato impedisce inoltre la caduta del materiale trasportato e della neve.

I ponti a struttura reticolare sopra l'Isarco sono invece del tipo “aperto” standard.

La stazione motorizzata responsabile del funzionamento del nastro trasportatore è situata dopo la ferrovia, alla fine del nastro trasportatore che è al contempo il punto di scarico finale. L'altezza di scarico è di oltre 10,00 m.

La stazione di rinvio è costituita da un telaio in profili d'acciaio saldati, che supportano il tamburo di rinvio; quest'ultimo può essere allo stesso tempo comandato anche per il tensionamento del sistema.

Per la deposizione del materiale trasportato, la stazione di rinvio è dotata di lamiere di guida laterali (lamelle triple) avvitate con gomma di consumo. Nella zona di trasferimento del materiale sono presenti rulli a impatto. La stazione di rinvio è situata all'inizio del nastro trasportatore sul lato della S.S. 12.

Al nastro trasportatore viene applicata una trazione costante tramite un peso libero di muoversi.

Le stazioni portanti sono in tre parti e dotate di una concavità di 30°. La distanza tra le stazioni è in generale di 1 m.

Vengono impiegate esclusivamente pulegge portanti con doppio sistema di guarnizione per utilizzo intenso e con cuscinetti a sfera di precisione che non richiedono manutenzione.

Le stazioni nastro di ritorno sono costituite dal supporto e dalla puleggia di ritorno; vengono di regola montate a una distanza di 4 m. Se necessario, sono equipaggiate con protezione per le mani.

Per pulire il nastro trasportatore dal materiale trasportato, in prossimità del tamburo di scarico viene montato un pulitore del lato inferiore del nastro. Prima del tamburo di rinvio è montato un pulitore a cuneo che impedisce che penetri del materiale tra il tamburo di rinvio e il nastro trasportatore.

Un fattore determinante in questo frangente è il rispetto massimo delle misure di sicurezza.

Per la progettazione dell'impianto sono state tenute in considerazione le seguenti distanze di sicurezza: 6 m dalla Strada statale, dall'autostrada e dalla linea aerea, 12 m dalla ferrovia.

Per ulteriore sicurezza, la concavità del nastro trasportatore, incassato per tutta la sua lunghezza, garantisce che il materiale non cada.

Per evitare il pericolo di caduta di materiale, è stata prevista una copertura in corrispondenza dei ponti 3 e 4 e il montaggio in un idoneo scatolare in corrispondenza dei ponti 1, 2 e 5. I lavori di manutenzione possono essere eseguiti comodamente dalla passerella.

Per l'attraversamento della S.S. 12, dell'Autostrada A22 e della Ferrovia del Brennero, si è fatta particolare attenzione alla possibile caduta di neve e si è optato per una struttura chiusa con grondaie laterali. La struttura presenta un tetto piano in modo tale che la neve non possa scivolare di lato. L'acqua prodotta dallo scioglimento della neve viene così raccolta lateralmente da una grondaia posta al di sotto e viene fatta defluire lungo i piloni.

* *Ingegnere Amministratore di Geotunnel Srl*

** *Geometra Responsabile Tecnico di Geotunnel Srl*

*** *Dottore Responsabile Tecnico di Geotunnel Srl*



Figura 11 - L'accesso di Mules: l'attraversamento sopraelevato