

INTERVENTI STRADALI E FERROVIARI IN VAL DI NON E VAL DI SOLE

TRA IL 2013 E IL 2016 LA COLLINI LAVORI SPA HA REALIZZATO DUE OPERE STRATEGICHE PER AGEVOLARE E POTENZIARE LE VIE D'ACCESSO STRADALE E FERROVIARIA DELLE VALLI DI NON E DI SOLE

La Val di Sole, disposta nel settore occidentale del Trentino, si trova collegata al Capoluogo di provincia Trento, attraverso la S.S. 42 prima e poi con la S.S. 43 fino a San Michele all'Adige.

La S.S. 42 inizia all'imbocco della Val di Sole in corrispondenza del ponte sul torrente Noce a Mostizzolo, per poi proseguire lungo tutta la valle e quindi, valicato il passo del Tonale, proseguire in Lombardia fino a Bergamo.

Il primo tratto della S.S. 42 è interessato da una morfologia caratterizzata da versanti fortemente acclivi e definiti da un continuo susseguirsi di vallecole che, storicamente, aveva disposto il trac-

ciato stradale in una configurazione a mezza costa con disposizione planimetrica tortuosa a seguire l'andamento del versante. Detto tratto si sviluppa per circa 7 km e risulta essere quello che crea le maggiori problematiche al traffico.

Successivamente, raggiunta Malè, la viabilità si sviluppa sul fondovalle fino alla diramazione, a Dimaro, con la S.S. 239 di collegamento, attraverso il valico di Campo Carlo Magno, con Madonna di Campiglio e la Val Rendena.

La S.S. 42 prosegue quindi verso l'alta Val di Sole ed il passo del Tonale. La Val di Sole è inoltre collegata a Trento anche con la ferrovia a scartamento metrico Trento-Malè-Marilleva. Questa

risulta disposta sostanzialmente parallela al torrente Noce e in particolare per il tratto relativo alla Valle di Sole, garantisce il collegamento con le principali zone a valenza fortemente turistica garantendo i collegamenti con gli impianti sciistici di Daolasa e di Marilleva.

I nuovi interventi che si andranno a descrivere hanno interessato sia la S.S. 42, sia la ferrovia.

Per quanto riguarda la S.S. 42, la progettazione ha interessato i primi 3 km a partire dal ponte di Mostizzolo, che risultavano essere quelli con le maggiori criticità. Per la ferrovia, il progetto ha previsto il prolungamento oltre la fermata di Marilleva, per una lunghezza di circa 1 km oltre a una bretella stradale di collegamento con Marilleva.



1. Vista aerea della rettifica stradale

DESCRIZIONE DELL'OPERA STRADALE

Lavori di sistemazione e di allargamento della S.S. 42, tratto Mostizzolo-Caldes

Come detto, il tratto di S.S. 42 che si sviluppa a partire dall'attraversamento del Noce a Mostizzolo fino all'abitato di Bordiana era definito da uno sviluppo planoaltimetrico che seguiva la morfologia del versante, individuando un tracciato con una elevata tortuosità, che rendevano estremamente difficoltoso il transito dei mezzi pesanti.

Analogamente per i veicoli leggeri, il tracciato comportava velocità di percorrenza non adeguata ai moderni standard trasportistici. Inoltre, la S.S. 42 attraversava i due abitati di Bozzana e di Bordiana senza adeguati sistemi di protezione in sicurezza dei pedoni o con la mancanza o inadeguatezza dei marciapiedi.

Altra criticità del vecchio tracciato era dovuta alle caratteristiche geologiche e geotecniche dei versanti che in passato erano stati oggetto di smottamenti determinando cedimenti della sede stradale.

Conseguentemente, il progetto ha interessato la risoluzione di tutte le criticità sopra dette, riducendo innanzitutto le importanti tortuosità disponendo il nuovo tracciato, lungo 3 km circa, più in rettilineo ed adattandolo alle prescrizioni delle Norme vigenti di cui al D.M. 2001.

Sono stati previsti in progetto:

- cinque viadotti a scavalco di altrettante vallecicole, che risultano essere gli interventi più significativi;
- l'esecuzione di 830 m di muri di sostegno e di controripa, tutti ancorati su fondazioni profonde;
- 96 m di semi-impalcato a sbalzo.

L'intervento, di cui 1.650 m interamente su nuovo tracciato, individua curve con raggio minimo adeguato agli standard delle attuali Norme a garanzia di un intervallo di velocità tra 60 e 100 km/ora. La pendenza longitudinale massima risulta pari al 4%.

La definizione della tipologia di impalcato nonché delle sottostrutture sono state dettate dall'esigenza di ottimizzare le fasi di costruzione.



2. Vista aerea del viadotto 1



3. Il viadotto 1 a lavori ultimati

In tal senso, quindi, le fondazioni delle spalle e delle pile sono state impostate in configurazione scalettata dal basso verso l'alto, in modo da evitare sbanamenti importanti e limitare i disagi connessi all'interruzione del traffico veicolare superiore che non ha mai subito interruzioni per l'intero periodo di costruzione.

In merito alla tipologia degli impalcati, la scelta è caduta necessariamente sulla tipologia a struttura mista acciaio-calcestruzzo, con definizione della lunghezza dei conci compatibili con le necessità di trasporto da un lato e di assemblaggio e varo entro spazi ristretti. Gli impalcati sono tutti a bi-trave a sezione a doppio T e con altezze diverse da viadotto a viadotto in funzione delle luci di calcolo. I conci sono uniti tra loro mediante giunzioni bullonate. La rigidità trasversale dell'impalcato è garantita dalla disposizione di traversi sulle spalle e sulle pile sempre a sezione a doppio T ad anima piena e quindi da un sistema di traversi intermedi costituiti da profili angolari accoppiati con conformazione a V con vertice inferiore sul traverso inferiore di chiusura. Il comportamento torsorigido dell'impalcato è stato quindi integrato con la predisposizione di una struttura reticolare inferiore.

Si è disposto superiormente il controvento di montaggio ad irrigidimento della fase di varo.

L'impalcato è completato dalla soletta superiore in c.c. con spessore di 0,32 m, realizzata tramite getto in opera su lastre prefabbricate autoportanti, di spessore 0,07 m, appoggiate sulle travi principali. La soletta è connessa alle travi principali attraverso pioli tipo Nelson.

La definizione delle caratteristiche geometriche dei viadotti è stata dettata dalla larghezza delle vallecicole da attraversare e dall'ottimale posizionamento delle pile e delle spalle; quindi risultano essere così composti:

- viadotto 1: a quattro campate con luci pari a 36 m, 45 m, 42 m e 32 m per una luce complessiva di 155 m;
- viadotto 2: una campata di lunghezza 36 m;
- viadotto 3: una campata di lunghezza 44 m;
- viadotto 4: due campate con luci pari a 30,5 m ognuna per una luce di 61 m;
- viadotto 5: a tre campate con luci pari a 18,50 m, 45 m e 35 m per una luce complessiva di 98,5 m.



4. Vista aerea del varo a spinta del viadotto 4

La geometria del viadotto 5 è stata inoltre influenzata dalla presenza della sottostante linea ferroviaria Trento-Malè, che ha comportato il posizionamento delle pile e delle spalle in modo da garantire lo scavalco della linea senza alcuna limitazione geometrica e di funzionalità. In tal senso, quindi, la geometria progettuale delle pile e delle spalle, la disposizione delle opere provvisorie di presidio degli scavi, hanno permesso la costruzione senza alcuna interruzione di servizio.

La scelta delle fondazioni profonde è stata anch'essa dettata dalla necessità di dover operare con mezzi di modeste dimensioni. Conseguentemente, i plinti di fondazione delle spalle e delle pile sono impostati su micropali del diametro di 260 mm. Solo per le spalle del viadotto 1 le fondazioni profonde sono state realizzate tramite pali di grande diametro da 1.500 mm in quanto per tale viadotto al tema della portanza fondazionale si andavano ad accoppiare le problematiche di stabilità del versante.



5. La realizzazione del viadotto 5 con interferenza del traffico ferroviario

IL VARO DEI VIADOTTI STRADALI

A seguito delle sopracitate criticità connesse alla morfologia dei versanti, alla scarsa disponibilità di aree di deposito e/o stoccaggio e soprattutto alla interferenza con il traffico veicolare/ferroviario mantenuto in esercizio per l'intera durata dei lavori, la redazione del progetto è stata mirata al fine di poter realizzare l'opera riducendo al minimo le interferenze con gli abitati interessati dall'intervento e le viabilità pre-esistenti.



6. Il viadotto 5 a lavori ultimati

Come detto uno degli aspetti più critici del progetto è stato la necessità di ottimizzare la fase di costruzione delle pile e delle spalle dei viadotti e quindi il varo degli impalcati.



7 e 8. Il varo del viadotto 1

Quindi per ognuno è stato dettagliatamente studiato il metodo di varo in funzione delle specifiche condizioni al contorno.

In particolare per i viadotti 4 e 5 è stato scelto di operare tramite la tecnologia di varo in spinta. La maggiore difficoltà ha riguardato il varo del viadotto 5 per la presenza della sottostante linea ferroviaria elettrificata a 3.000 Vcc e con una distanza tra intradosso impalcato e linea di contatto ridotta a solo 1,20 m.

Altro varo particolarmente impegnativo è stato quello relativo al viadotto 1: vista l'impossibilità di accesso in ombra all'impalcato con qualsiasi tipologia di autogrù, si è pertanto varato in avanzamento avendo accesso con l'autogrù sulle campate precedentemente varate.



9. Vista aerea della stazione ferroviaria di Mezzana

DATI TECNICI

Lavori di sistemazione e di allargamento della S.S. 42 tratto Mostizzolo-Caldes

Stazione Appaltante: Provincia Autonoma di Trento

Impresa esecutrice: ATI: Collini Lavori SpA, Trento/Milano (Mandataria), Ediltione SpA (Mandante), Costruzioni Casarotto Srl (Mandante)

Progetto: Ing. Matteo di Girolamo (Responsabile delle prestazioni specialistiche) della VIA Ingegneria, Ing. Roberto Boller (progettazione stradale e viadotti) della I.C. Ingegneri Consulenti, Ing. Vanni Berni (progettazione muri) della SO.CE.CO e Ing. Giuseppe Oliva (sicurezza) della Oliva & Associati

Responsabile del Procedimento: Ing. Luciano Martorano della P.A.T.

Direzione dei Lavori: Ing. Mario Monaco della P.A.T.

Direttore Operativo: Ing. Luigi Stucchi e P.Ind. Michele Vicentini della P.A.T.

Coordinatore Sicurezza in fase di esecuzione: Geom. Franco Micheli della P.A.T.

Geologo: Geol. Paolo Campedel della P.A.T.

Assistente al C.S.E.: Geom. Ezio Fadanelli

Direttore Operativo Strutture: Ing. Andrea Eccher della Artecno

Ispettore di cantiere: Ing. Mario Larcher

Direttore di cantiere: Ing. Luca Fronza della Collini Lavori SpA

Capo Cantiere: Sig. Giuseppe Lamboglia della Collini Lavori SpA

Importo dei lavori: 17.429.949,93 Euro

Consegna: 26/08/2013

Ultimazione: 08/06/2016

DESCRIZIONE DELL'OPERA FERROVIARIA

Lavori di prolungamento della ferrovia Trento-Malè-Marilleva da Marilleva 900 a Mezzana

Il nuovo tracciato ferroviario parte dall'esistente fermata di Marilleva 900 proseguendo in destra del torrente Noce fino alla nuova stazione di Mezzana, per una lunghezza complessiva di circa 1.000 m.

Le caratteristiche geometriche dei binari ottemperano alla Normativa di Trentino Trasporti con scartamento metrico ridotto di 1.000 mm e l'utilizzo di rotaie 50 UNI e traverse monoblocco di calcestruzzo.

La velocità massima di circolazione di progetto risulta pari a 100 km/ora ridotta a 80 km/ora per il transito di merci.

Il tracciato planoaltimetrico risulta caratterizzato da pendenza nulla nel primo tratto di distacco dalla fermata di Marilleva e nell'ultimo in corrispondenza della stazione di Mezzana. Nel tratto intermedio la pendenza longitudinale massima risulta del 2,05%. I raggi planimetrici minimi sono pari a 400 m.

La larghezza della piattaforma ferroviaria considera, oltre allo spazio di alloggiamento dei binari, lo spazio per la disposizione dei sistemi di raccolta acque, delle canalette porta-cavi e dello spazio di percorribilità pedonale di servizio. Il progetto prevede la costruzione di una nuova stazione, di fine tratta, a Mezzana, posizionata sulla riva destra del torrente Noce in posizione opposta all'abitato di Mezzana. Quindi il progetto ha previsto anche la costruzione di un nuovo ponte pedonale di attraversamento del fiume e di un percorso pedonale atto a garantire l'accessibilità dal comune di Mezzana.

L'edificio stazione è composto dalla zona banchine, incastonata tra il versante e la sponda destra del Noce e dalle aree di servizio ai viaggiatori.

Le aree destinate al funzionamento della stazione, si collocano laddove il versante, aprendosi rispetto alla direttrice del fiume, crea una zona di minore acclività.

Il piazzale di stazione, di circa 2.500 m² di superficie, è organizzato ad anello a senso unico in modo da localizzare l'attestamento dei mezzi di trasporto su gomma.

Il progetto è stato concepito in modo da garantire, nello scenario a lungo termine, la possibilità del prosieguo della linea ferroviaria senza vincoli alle strutture progettate.

A seguito della collocazione della nuova linea ferrovia sul sedime della esistente viabilità provinciale di accesso a Marilleva, si è reso necessario progettare una nuova bretella stradale di connessione con la S.S. 42. In tal senso, è stato posizionato l'innesto con la viabilità principale immediatamente a valle dell'abitato di Mezzana, con una intersezione a rotonda, per poi scendere in sinistra orografica, attraversare il torrente Noce e reimmettersi sul sedime della S.P. 206. Lungo l'asta ferroviaria si trovano collocati un viadotto, un cavalcavia alla S.P. 206 e due ponti sul rio Copai e rio Loes.

L'opera più importante è il viadotto che distaccandosi dalla fermata di Mezzana scavalca la piana posta immediatamente a valle della zona alberghiera di Marilleva 900. Il viadotto ferroviario risulta caratterizzato da una sezione a cassone metallico, aperto in intradosso, con sezione longitudinale variabile.

Risulta definito da sei campate in continuità per una lunghezza



10. Il viadotto ferroviario

complessiva di 224 m. Le cinque pile sono a sezione circolare di diametro 200 cm e altezza massima pari a 13 m. Per le fondazioni delle spalle e delle pile si è prevista la tipologia a pozzo con profondità variabile in funzione delle sole citazioni agenti. L'altezza massima delle spalle risulta pari a 10,55 m. Al fine di contenere l'aspetto visivo della stacco del piano d'impalcato dal piano di campagna si è prevista una modellazione del terreno al di sotto del viadotto.

Inoltre sul lato verso la zona alberghiera si è previsto l'inserimento di una barriera antirumore a sezione circolare con altezza di protezione acustica pari a 2,22 m e altezza totale di 3,35 m.

Lo scavalco alla S.P. 206 è stato ottenuto tramite la definizione di un impalcato caratterizzato da 8 travi in c.a.p. affiancate alte 120 cm, soletta di completamento variabile da 18 a 22 cm e luce di calcolo 25,38 m.

La larghezza dell'impalcato "tutto fuori" risulta pari a 5,75 m di cui 3,20 contenuta entro i para-ballast ferroviari e due marciapiedi di servizio per canalette porta-cavi e di servizio al personale addetto alle manutenzioni.

Le spalle sono su fondazione diretta e presentano un'altezza massima pari a 9,60 m e spessore del paramento pari a 1,70 m. Il ponte sul rio Copai è definito da otto travi in c.a.p. affiancate alte 60 cm e soletta di completamento variabile da 18 a 22 cm e con luce di calcolo 10,82 m.

La larghezza dell'impalcato e la sua definizione funzionale, risulta analoga a quella degli altri ponti e viadotti. Le spalle sono su fondazione diretta con altezza massima pari a 6,23 m e spessore del paramento pari a 1,20 m. La soluzione adottata permette di risolvere contestualmente sia gli aspetti idraulici sia quelli di permeabilità faunistica. Il ponte sul rio Lores è definito da quattro travi in c.a.p. affiancate alte 100 cm e soletta di completamento variabile da 18 a 22 cm e luce di calcolo 18,90 m. La larghezza dell'impalcato e la sua definizione funzionale, risulta analoga a quella degli altri ponti e viadotti.

Le spalle risultano anch'esse caratterizzate da fondazioni dirette. La soluzione adottata prevede la risistemazione del rio Lores a partire dalla demolizione del ponte stradale esistente, dei muri arginali e della briglia di monte. Contestualmente, si è prevista la risistemazione idraulica del rio a partire da circa 27,80 m a monte fino alla confluenza con il torrente Noce.

Oltre ai ponti ferroviari il progetto ha interessato la costruzione di un nuovo ponte stradale sul torrente Noce che si connette alla nuova bretella di collegamento con Marilleva.

Il ponte sostiene inoltre una passerella pedonale che permette di dare continuità ai percorsi pedonali presenti sul torrente Noce in destra e sinistra orografica e che, vista la sua valenza turistica/sportiva del fiume per la vicinanza allo stadio delle manifestazioni sportive (gare di canoe, rafting, ecc.), va ad aumentare le peculiarità turistiche locali. Il nuovo ponte va a sostituire il precedente ormai vetusto.

La nuova struttura è del tipo a cavalletto in acciaio misto a calcestruzzo a quattro travi a sezione a doppio T di

altezza pari a 1 m e con lunghezza totale pari a 39,80 m.

La larghezza risulta pari a 8 m con due marciapiedi di larghezza utile pari a 1,50 m per una larghezza totale tutto fuori pari a 12,60 m.



11. La passerella sul Noce

A tale struttura, come detto, è sottesa una passerella pedonale in acciaio "pendinata" alle travi dell'impalcato stradale e in mezzzeria è stato posizionato uno sbalzo a creazione di una sorta di belvedere sul fiume. La lunghezza di tale passerella risulta pari a 19,50 m con larghezza corrente pari a 3,50 m e larghezza delle parti in aggetto pari a 2,50 m.

Il completamento dei percorsi pedonali e ciclabili prevede un'ulteriore piccola passerella pedonale in legno e una piccola passerella ciclabile in c.a., entrambi a scavalco del rio Lores. Più rilevante è invece la nuova passerella sul torrente Noce a collegamento della stazione di Mezzana con il percorso pedonale di accesso all'abitato di Mezzana.

La passerella è caratterizzata da una struttura reticolare in acciaio in tubi quadri per le briglie inferiori e superiori e in tubo circolare per le aste di parete.

Il piano di calpestio è definito da un tavolato in legno di spessore di 50 mm mentre quello di copertura ha uno spessore di 40 mm. Le fondazioni delle spalle sono su micropali da 220 mm e lunghezza di 10 m.

Altra struttura significativa è la nuova stazione di Mezzana.

La sua conformazione strutturale risulta definita da una sezione



12. La stazione ferroviaria di Mezzana

di tipo "semi-artificiale" in calcestruzzo posizionata incassata nel versante di monte. Lo scavo è provvisoriamente sostenuto da una paratia multi-ancorata. La fondazione è del tipo a platea a sezione nervata per la parte di valle in collegamento con il muro di so-



13. Vista interna della passerella sul Noce

DATI TECNICI

Lavori di prolungamento della ferrovia Trento-Malè-Marilleva, da Marilleva 900 a Mezzana

Stazione Appaltante: Trentino Trasporti SpA

Impresa esecutrice: ATI: Collini Lavori SpA (Mandataria), B.T.D. Servizi Primiero S.C. (Mandante) e Consorzio Lavoro e Ambiente Soc. Coop. (Mandante)

Progetto: Ing. Alberto Checchi (Responsabile delle prestazioni specialistiche) e Ing. Patrizio Polidori (progettazione stradale e ferroviaria) della Systra-Sotegni, Ing. Roberto Boller (progettazione strutturale e sicurezza) della I.C. Ingegneri Consulenti, Ing. Francesco Nicchiarelli (studi trasportistici e impianti) della VIA Ingegneria, Arch. Felipe Lozano Lalinde (progettazione architettonica) dell'omonima Società e Geol. Lorenzo Cadrobbi (geologia) di Geologia Applicata

Responsabile del Procedimento: Ing. Ettore Salgemma della Trentino Trasporti SpA

Direzione dei Lavori: Ing. Roberto Boller della I.C. Ingegneri Consulenti

Direttore Operativo: Ing. Giorgio Lorengo e Ing. Daniele Somavilla della I.C. Ingegneri Consulenti e Ing. Giampiero Pavoni della Systra-Sotegni

Coordinatore Sicurezza in fase di esecuzione: Ing. Raffaele Ferrari della I.C. Ingegneri Consulenti

Direttore di cantiere: Ing. Luca Fronza della Collini Lavori SpA

Capo Cantiere: Geom. Domenico Fiore della Collini Lavori SpA

Importo dei lavori: 13.940.311,72 Euro

Consegna: 3 Giugno 2014

Ultimazione: 17 Giugno 2016

stegno della linea ferroviaria. Su detto muro trova collocazione la travatura reticolare di appoggio della copertura in legno della parte esterna alla parte in calcestruzzo semi-artificiale.

La parte in legno è definita da elementi in legno lamellare di dimensioni 200x400 mm armate con due barre di 30 mm a costituzione di una trave reticolare spaziale in acciaio-legno. Il piano di copertura è realizzato in pannelli XLAM con funzione a lastra ortotropa e di controventamento di falda. Le parti relative ai locali annessi alla stazione, i locali tecnici, la sala di attesa, il tunnel di sottopassaggio e tutti i locali di servizio sono interamente realizzati in struttura in c.a..

In merito agli aspetti degli impianti tecnologici, l'intera infrastruttura ferroviaria e di stazione garantisce i più elevati standard qualitativi e di sicurezza. Il progetto ha quindi interessato gli impianti di trazione elettrica, gli impianti di illuminazione, con luci a LED, a garanzia dell'ottima visibilità e al contempo per ottenere i maggiori risparmi energetici, gli impianti TVCC, l'impianto di segnalamento, l'impianto di trasmissione dati, l'impianto antincendio, tre ascensori di collegamento tra i tre piani di stazione. Inoltre, la progettazione ha anche interessato lo sfruttamento della geotermia quale ulteriore condizione di risparmio energetico. ■

⁽¹⁾ Ingegnere, Direttore di cantiere della Collini Lavori SpA

⁽²⁾ Ingegnere, Direttore Tecnico della I.C. Ingegneri Consulenti