

**MI 10/12 – Accessibilità Valtellina. Lotto 1° - S.S. 38 –
Variante di morbegno dallo svincolo di Fuentes allo
Svincolo del Tartano Il stralcio dallo svincolo di Cosio
alla svincolo di Tartano**



cossi
costruzioni S.p.A.



DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

Il tracciato del secondo stralcio funzionale inizia dallo svincolo di Cosio alla pk 8+940.878 e si sviluppa per una lunghezza complessiva di 9628,15 m fino alla pk 18+569.03.

Il progetto inizia con il completamento dello svincolo di Cosio che presenta piattaforma stradale di progetto di tipo "B" per continuità con il primo stralcio. La prima parte di tracciato, dallo svincolo di Cosio alla confluenza "Adda-Bitto" presenta una piattaforma di tipo "C1" ed è costituita da un corpo stradale in rilevato interrotto da diverse opere di attraversamento e ricucitura. Il viadotto Adda-Bitto segna il passaggio tra un territorio piuttosto pianeggiante e regolare e uno molto accidentato in cui il tracciato si sviluppa prevalentemente in galleria (gallerie Selva Piana e Paniga) interrotto solamente da un tratto all'aperto che presenta numerose opere d'arte legate proprio all'irregolarità del territorio. In corrispondenza del secondo attraversamento dell'Adda il Viadotto Adda-Talamona collega il tracciato allo svincolo del Tartano in cui la nuova viabilità si ricollega alla SS 38 e alla SP 16. Lungo il tracciato sono presenti diverse opere d'arte riportate nelle tabelle seguenti:

OPERE D'ARTE MAGGIORI				
PONTI E VIADOTTI	Nome	Pk iniziale	Pk finale	lunghezza [m]
	Ponte sul Canale Orobica	11+222	11+252	30
	Viadotto alla pk 12+000	11+966	12+066	100
	viadotto Adda-Bitto	12+345	12+640	295
	ponte sul Torrente Tovate	15+451	15+477	26
	viadotto Adda-Talamona	18+302	18+434	132
OPERE IN SOTTERRANEO	Gall. Artificiale Selva Piana	12+648	12+659	11
	Gall. Naturale Selva Piana	12+659	15+342	2683
	Gall. Art. Selva Piana	15+342	15+440	98
	Gall. Artificiale Paniga	15+974	15+992	18
	Gall. Naturale Paniga	15+992	18+287	2295
	Gall. Art. Paniga	18+287	18+297	10

OPERE D'ARTE MINORI	
Nome	Progressiva di riferimento [m]
Sottovia Rotatoria cosio pk 9+269	9+269
Sottovia Rotatoria cosio pk 9+347	9+347
Sottopasso pk 9+495	9+495
Sottopasso misto cicloped.-fauna	10+122
Sottopasso misto cicloped.-fauna	10+502
Sottovia pk 11035	11+035
Sottovia pk 11412	11+414
Sottopasso misto cicloped.-fauna	11+700
Sottovia 5,00x8,50 (viab. accesso gall.)	15+631

Il tratto iniziale, fino alla pk 12+345 (spalla del viadotto Adda-Bitto), si sviluppa in rilevato con altezza variabile da 3 m a 8 m.

In tale tratto sono previste le viabilità secondarie.

In corrispondenza dello svincolo di Cosio sono previste, parallelamente al tracciato principale le seguenti viabilità:

A nord vi è la deviazione della S.P.58 intercettata dall'asse principale. Detta deviazione si sviluppa parallelamente a quella dell'asse principale e termina con la confluenza sulla rotatoria di Cosio.

A sud la ricucitura della viabilità interferita avviene tramite la deviazione della strada interpoderale

La livelletta dell'asse principale è stata progettata in modo da garantire i franchi stradali sufficienti allo scavalco delle viabilità attraversate.

L'accessibilità ai fondi che vengono tagliati dall'asse principale è garantita dalle seguenti viabilità che si sviluppano parallelamente al tracciato principale:

dalla pk 10+550 alla pk 11+030;

dalla pk 11+730 alla pk 11+988;

dalla pk 12+030 alla pk. 12+110.

La continuità delle strade vicinali è invece prevista con le seguenti deviazioni:

Deviazione strada vicinale n° 1 (a nord dell'asse principale in prossimità dello svincolo di Cosio);

Deviazione strada vicinale n° 2 (a sud dell'asse principale in prossimità della pk. 10+500);

Superato il viadotto Adda-Bitto il tracciato prosegue con la Galleria Selva Piana affiancata dal cunicolo di emergenza a cui è collegato da appositi by-pass.

Il tracciato in prossimità di detta galleria è stato spostato planimetricamente verso sud di circa 55 m rispetto al Progetto Definitivo per tener conto della presenza della condotta forzata dell'Enel. Tale variante è stata studiata in modo da produrre una traslazione di circa 6 m verso est dell'imbocco lato

Colico della stessa galleria e di mantenere inalterata la posizione dell'altro imbocco.

In prossimità della frazione di Campovico il tracciato torna all'aperto nei pressi del torrente Tovate che viene attraversato con un ponte di luce pari a 26 m.

Successivamente il tracciato rimane all'aperto per circa 500 m. Il primo tratto è a mezza costa con la parte in scavo in roccia sostenuta mediante chiodatura a monte e con il rilevato in terra armata a valle.

Dalla progressiva 15+700 all'imbocco della galleria Paniga vi è un grosso rilevato.

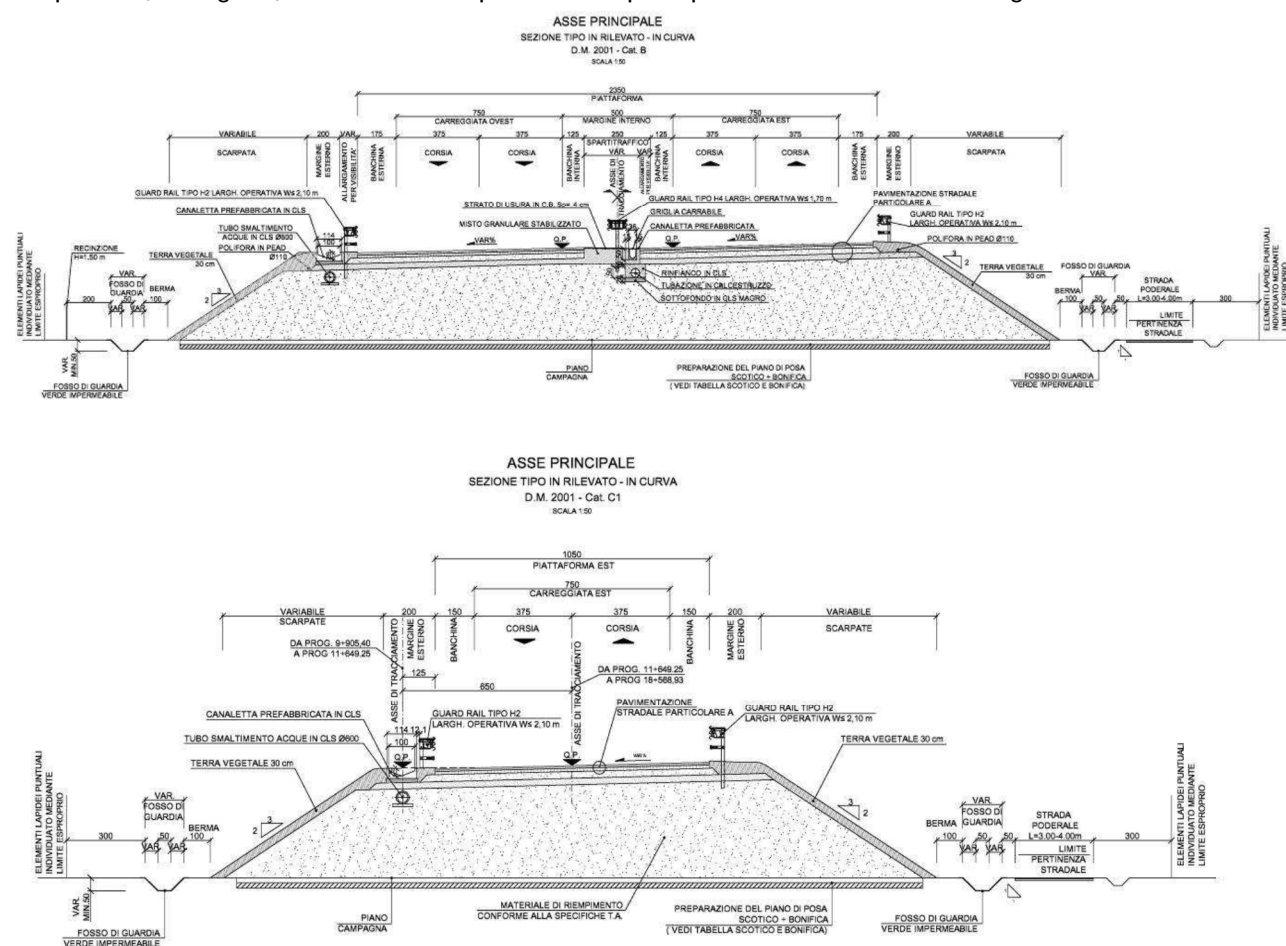
In prossimità della pk 15+631 è previsto uno scatolare per dare continuità alla viabilità esistente. Da qui si diparte la viabilità di accesso all'area di imbocco lato ovest della Galleria Paniga.

Anche la successiva galleria Paniga è affiancata da un cunicolo di emergenza a cui è collegato da appositi by-pass. All'uscita il viadotto Adda Talamona permette il superamento del fiume Adda.

Il tracciato termina con lo svincolo del Tartano composto da una rotatoria che collega l'asse principale in progetto con le sedi attuali della S.S. 38 e della S.P. 16. Dalla rotatoria si diparte anche un asse che garantisce l'accessibilità all'eliporto esistente.

Sezione tipo corrente

Si riportano, di seguito, alcune sezioni tipo dell'asse principale in riferimento alla categoria B e C1



tipo in rilevato

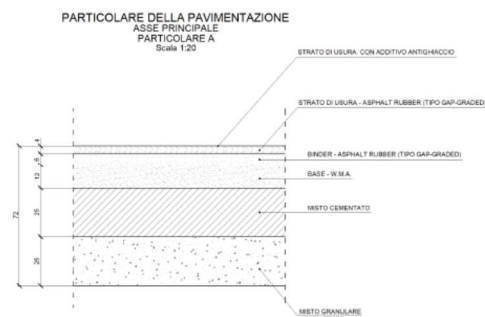
- Arginelli in terra per la raccolta delle acque di prima pioggia, posizionate ai margini della piattaforma stradale;
- Barriere di sicurezza di tipo H2 bordo rilevato su entrambi i lati della piattaforma tipo C1;
- Scarpata con pendenza 3/2 (orizzontale/verticale), ricoperta da uno strato di terreno vegetale di spessore pari a 30 cm.;
- Fosso di guardia verde impermeabile al piede del rilevato per il rapido allontanamento delle acque meteoriche che non dovranno penetrare nei litotipi di supporto;
- Eventuale recinzione.

Pavimentazione stradale

I criteri base che hanno guidato la scelta tipologica dei materiali da impiegare nonché il dimensionamento della pavimentazione sono stati l'aumento delle prestazioni della pavimentazione in termini sicurezza della circolazione e di durabilità con conseguente riduzione degli interventi di manutenzione e, allo stesso tempo, la riduzione del ricorso a risorse non rinnovabile.

Lo spessore complessivo della pavimentazione dell'asse principale è pari a 72 cm ed è costituita da:

- strato di usura - Asphalt Rubber con additivo antighiaccio 4 cm;
- strato di binder - Asphalt Rubber 6 cm;
- strato di base - W.M.A. 12 cm;
- fondazione in misto cementato 25 cm;
- sottofondazione in misto granulare stabilizzato 25 cm;



OPERE IN SOTTERRANEO.

La progettazione esecutiva delle Gallerie Naturali Selva Piana e Paniga è stata basata sulle indagini geognostiche precedenti e sulla documentazione geologico-geotecnica riportata nel progetto definitivo.

In fase di progettazione esecutiva è stata eseguita una campagna di indagine mirata all'integrazione dei dati già presenti nel livello di progettazione precedente; questa ha quindi consentito di approfondire sia l'assetto geologico e idrogeologico lungo il tracciato sia la caratterizzazione meccanica e geotecnica delle formazioni interessate dagli scavi.

Sulla base dei dati del P.D. e degli approfondimenti svolti in fase esecutiva, sono state sviluppate ed approfondite le modalità di realizzazione per l'esecuzione della galleria con riferimento alle modalità di scavo, di consolidamento e di rivestimento.

Si prevede la realizzazione di due gallerie a carreggiata unica bidirezionale che si estendono tra la pk 12+659.000 (imbocco Ovest della Selva Piana – lato Colico) e la pk 15+440.600 (imbocco Est della Selva Piana – lato Sondrio) e tra la pk 15+974.400 (imbocco Ovest della Paniga – lato Colico) e la pk 18+297.400 (imbocco Est della Selva Piana – lato Sondrio) per una lunghezza rispettivamente di 2782 m e 2323 m circa. Le coperture raggiungono valori massimi di oltre 300 m sopra il colmo della calotta.

La sezione media di scavo è pari a circa 125 m² per la sezione più piccola e 156 m² per la sezione più grande, con larghezza pari a circa 14 m e altezza pari a circa 10 m; il profilo di intradosso in calotta ha raggio pari a 6.45 m. L'arco rovescio è previsto soltanto per le sezioni applicate in situazioni di ammasso più degradato.

Parallelamente alle due gallerie si sviluppa un cunicolo di emergenza, utilizzato per lo sfollamento degli utenti nel caso di pericolo nella gallerie naturali; il cunicolo è accessibile da bypass pedonali previsti ad un interasse medio pari a circa 240 m lungo il tracciato. Sono inoltre previste delle piazzole di sosta in ragione di una ogni 300 m.

Gli scavi delle gallerie interesseranno in generale gli Gneiss di Morbegno e per la galleria Paniga anche il granito di Dazio. Le zone in corrispondenza agli imbocchi sono molto degradate, soprattutto nella zona centrale di Campovico: qui la criticità più impattante è rappresentata da fenomeni di crollo e caduta massi. L'instabilità è soprattutto legata all'elevata acclività, alla spesso notevole apertura delle fratture e della spesso sfavorevole orientazione delle discontinuità geomeccaniche rispetto a quella del versante.

Le sezioni di scavo prevedono, conformemente alle previsioni del progetto definitivo e quindi al progetto definitivo offerto, interventi di sostegno di prima e seconda fase. Gli interventi di sostegno di prima fase si differenziano da sezione a sezione o per la loro intensità o per differente metodologia di consolidamento (chiodi radiali tipo Swellex, infilaggi armati con tubi metallici, etc.).

Il rivestimento di prima fase è realizzato mediante centine metalliche e spritz-beton fibrorinforzato. Il rivestimento definitivo, costituito da calotta, piedritti e in alcune sezioni anche arco rovescio, presenta spessori diversi in ragione delle varie sezioni di scavo previste.

Tutte le sezioni tipo prevedono uno scavo di avanzamento a sezione intera, con sagomatura del fronte a forma concava, preceduto da eventuali interventi di pre-contenimento del fronte e/o del cavo, seguito dalla realizzazione del prerinvestimento e dei rivestimenti definitivi (arco rovescio, murette e calotta) eseguiti ad una individuata distanza massima dal fronte, come viene specificato in dettaglio di seguito.

Nel seguito vengono descritte le sezioni di scavo.

Sezione tipo A0:

scavo di tipo cilindrico; spritz beton rinforzato con fibre di vetro al contorno, spessore 10 cm; impermeabilizzazione mediante PVC e teli di TNT; rivestimento definitivo in calotta e piedritti pari a 50 cm.

La sezione tipo A0 non prevede alcun consolidamento né del contorno né del fronte di scavo; è dunque evidente che la sua applicazione si riferisce a contesti geomeccanici molto favorevoli, nei quali l'ammasso si presenta globalmente integro e privi di piani di scorrimento.

Sezione tipo A1:

scavo di tipo cilindrico; chiodature radiali con chiodi tipo Swellex $\varnothing 37$, L=6.00 m, interasse longitudinale e trasversale pari a 2.00 m; spritz beton rinforzato con fibre di vetro al contorno, spessore 10 cm; impermeabilizzazione mediante PVC e teli di TNT; rivestimento definitivo in calotta e piedritti pari a 50 cm.

La sezione tipo A1 è invece applicata laddove il contesto geomeccanico generale è ancora medio-buono, le fasi di scavo non disturbano ancora una volta l'ammasso, facendolo rimanere al confine tra stato elastico e plastico, però le discontinuità dell'ammasso sono tali da costituire dei blocchi instabili di dimensioni più importanti ($>5 \text{ m}^3$), rendendo non sufficiente lo strato di spritz di 10 cm di spessore al contorno e rendendo necessari dei sistemi di bloccaggio degli stessi.

Sezione tipo A2:

scavo di tipo cilindrico; spritz beton rinforzato con fibre di vetro al contorno, spessore 25 cm; centine metalliche 2 IPN 180 S275 passo 1.20 m rivestite da uno spessore di spritz-beton rinforzato con fibre di vetro di 25 cm; impermeabilizzazione mediante PVC e teli di TNT; rivestimento definitivo in calotta e piedritti pari a 60 cm.

La sezione tipo A2, la più rigida tra le sezioni di tipo A, non prevede ancora nessun intervento di preconsolidamento dell'ammasso, tanto che l'ammasso rimane sempre in campo pressoché elastico durante le operazioni di scavo, ma per effetto di spostamenti importanti che si vengono a determinare per tensione verticali agenti precedenti allo scavo di notevole entità è necessario aumentare la rigidità del cavo con una struttura centinata e spritz da 25 cm.

Sezione tipo B1:

scavo di tipo tronco-conico, con campo da 12 m; consolidamento del cavo eseguito mediante 39 infilaggi in foro di perforazione $\varnothing 140$ ed armati con tubo metallico $\varnothing 127$ e spessore 10 mm della lunghezza di 15 m con sovrapposizione pari a 3 valvolati ed iniettati in pressione con miscele cementizie; consolidamento del cavo mediante 40 elementi strutturali in VTR, costituiti da tubi circolari $\varnothing 60$ e spessore 10 mm della lunghezza di 15 m con sovrapposizione pari a 3 m, cementati con miscele cementizie; eventuali drenaggi in avanzamento in numero di 3+3, L=20 m, sovrapposizione 8 m; centine metalliche 2 IPN 180 S275 passo 1.00 m rivestite da uno spessore di spritz-beton rinforzato con fibre di vetro di 25 cm; impermeabilizzazione mediante PVC e teli di TNT; rivestimento definitivo in calotta e piedritti variabile da un minimo di 70 cm ad un massimo di 135 cm; arco rovescio con spessore di 90 cm.

L'applicazione di questa sezione è prevista in zone dove il materiale non presenta un certo grado di cementazione tanto che i valori di estrusione del fronte diventano importanti e per ridurre la dimensione della zona plastica occorre preconsolidare il nucleo con degli elementi strutturali. Questa sezione è sufficiente laddove le coperture altamente degradate siano inferiori a circa 100 m.

Sezione tipo G1:

scavo con TBM; strato di spritz-beton rinforzato con fibre di acciaio di 10 cm, con inserimento di una rete elettrosaldata $\varnothing 6 \text{ } 15 \times 15$; utilizzo di additivi Rheomac 790 (permette di migliorare le caratteristiche di idrorepellenza) e Meyco MS610 (permette di riempire la porosità capillare del calcestruzzo, aumentandone resistenza, grazie a minori quantitativi di acqua di impasto, e durabilità).

L'applicazione di questa sezione si riferisce a contesti geomeccanici molto favorevoli, nei quali l'ammasso si presenta globalmente integro e privi di piani di scorrimento. Il comportamento dell'ammasso subito dopo lo scavo si conserva in campo elastico, con zone molto ridotte, se non addirittura assenti, di plasticizzazione.

Sezione tipo G2:

scavo con TBM; chiodi $\varnothing 24$ in acciaio speciale con carico di snervamento $\geq 500 \text{ MPa}$, riempiti con malta cementizia; strato di spritz-beton rinforzato con fibre di acciaio di 10 cm; utilizzo di additivi Rheomac 790 (permette di migliorare le caratteristiche di idrorepellenza) e Meyco MS610 (permette di riempire la porosità capillare del calcestruzzo, aumentandone resistenza, grazie a minori quantitativi di acqua di impasto, e durabilità). La sezione tipo G2 è applicata laddove il contesto geomeccanico generale è ancora medio-buono, le fasi di scavo non disturbano ancora una volta l'ammasso, facendolo rimanere al confine tra stato elastico e plastico, però le discontinuità dell'ammasso sono tali da costituire dei blocchi instabili di dimensioni più importanti ($>3 \text{ m}^3$), rendendo non sufficiente lo strato di spritz di 10 cm di spessore al contorno e rendendo necessari dei sistemi di bloccaggio degli stessi.

Sezione tipo G3:

scavo con TBM; centina metallica IPN 120, passo 1.00 m; strato di spritz-beton rinforzato con fibre di acciaio di 15 cm; utilizzo di additivi Rheomac 790 (permette di migliorare le caratteristiche di idrorepellenza) e Meyco MS610 (permette di riempire la porosità capillare del calcestruzzo, aumentandone resistenza, grazie a minori quantitativi di acqua di impasto, e durabilità). La sezione tipo G3 presenta una centina in acciaio, con passo medio pari a 1.00 m: è la più rigida tra le sezioni di scavo ed è utilizzata in corrispondenza di zone molto cataclaste o disturbate, prevalentemente in faglia.

Sezione tipo G4:

scavo con TBM; impermeabilizzazione mediante PVC e teli di TNT; conci prefabbricati di rivestimento in calcestruzzo. La sezione tipo G4 presenta un rivestimento definitivo in conci prefabbricati ed è utilizzata in corrispondenza alle zone di imbocco delle gallerie lato Campovico.

Nel seguito, sono riportati i campi di applicazione delle sezioni tipo previste.

OPERE D'ARTE MAGGIORI

Nell'ambito dei lavori è prevista la realizzazione di 5 opere d'arte maggiori. Di seguito se ne illustrano le principali caratteristiche.

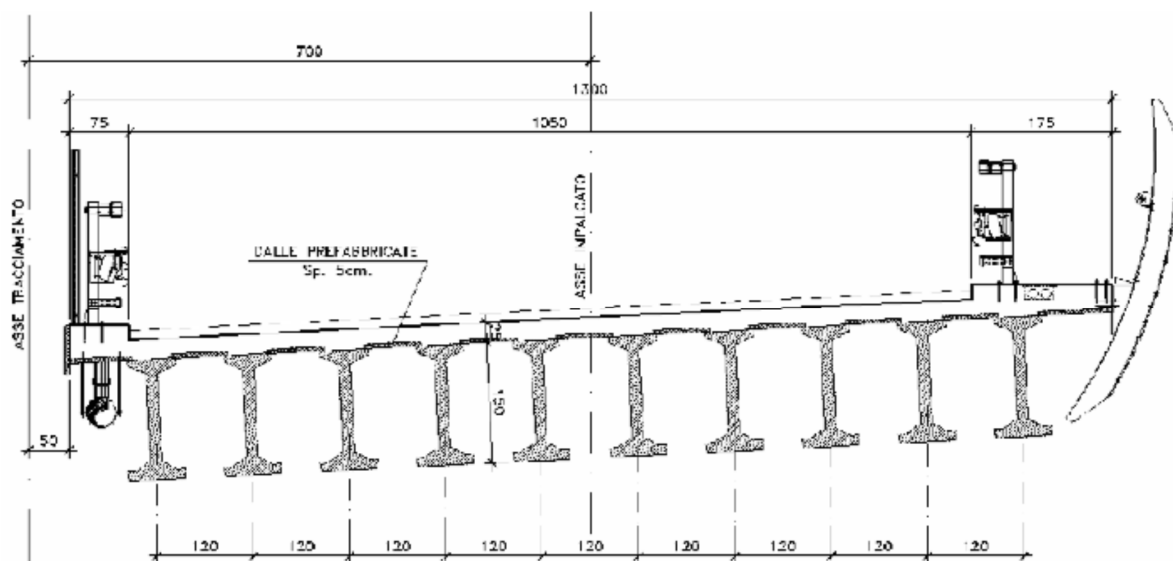
Ponte sul Canale Orobia

Il ponte è costituito da un'unica campata avente luce di calcolo pari a 30.00 m misurata in asse appoggi spalle. La larghezza complessiva dell'impalcato è pari a 13.00 m, costituito da 10.50 m di piattaforma stradale fiancheggiata da due cordoli laterali di larghezza complessiva pari a 0.75 m in sx ed 1.75 m in dx.

L'impalcato è costituito da 10 travi in c.a.p di lunghezza 31.0 m con sezione trasversale a doppio T di altezza pari a 1.50 m poste ad interasse costante pari a 1.20 m. Gli sbalzi laterali hanno luce pari a 1.10 m.

La soletta di completamento in c.a. ha spessore complessivo pari a 25 cm. E' previsto l'impiego di lastre prefabbricate autoportanti (predalles) in c.a. di spessore pari a 5 cm tessute in direzione trasversale.

Nella figura seguente è riportata la sezione rappresentativa dell'impalcato:



Il getto della soletta solidarizza l'impalcato alle spalle su cui sono poggiate direttamente le travi.

Le spalle sono costituite da muri in c.a. di spessore pari a 1.50 m di altezza variabile tra 5.90 m e 6.58 m fondati su 10 pali di diametro 1.2 m e lunghezza 15.0 m posti ad interasse pari a 1.40 m. Le travi in c.a.p. saranno vincolate tra di loro in testata attraverso un'opportuna armatura passante inglobata nel getto della parte terminale del piedritto che, quindi, costituisce un nodo strutturale unico (Integral bridge).

Lo schema strutturale è quello di telaio.

Viadotto Adda Bitto

Il viadotto è composto da 3 campate per una lunghezza complessiva pari a 295.0 m, misurata in asse appoggi spalle. La scansione delle campate è appresso riportata: 122.5 + 50.0 + 122.5. Il tracciato planimetrico dell'asse principale, nel tratto lungo il quale si inserisce l'opera, descrive un flesso con raggio di curvatura pari a 950 m verso sx in ingresso e 1100 m verso dx in uscita.

L'impalcato ha larghezza complessiva variabile 13.41 m e 13.00 m nel tratto da spalla SP1 alla pila P1, e larghezza costante pari a 13.00 m nel tratto da P1 a spalla SP2.

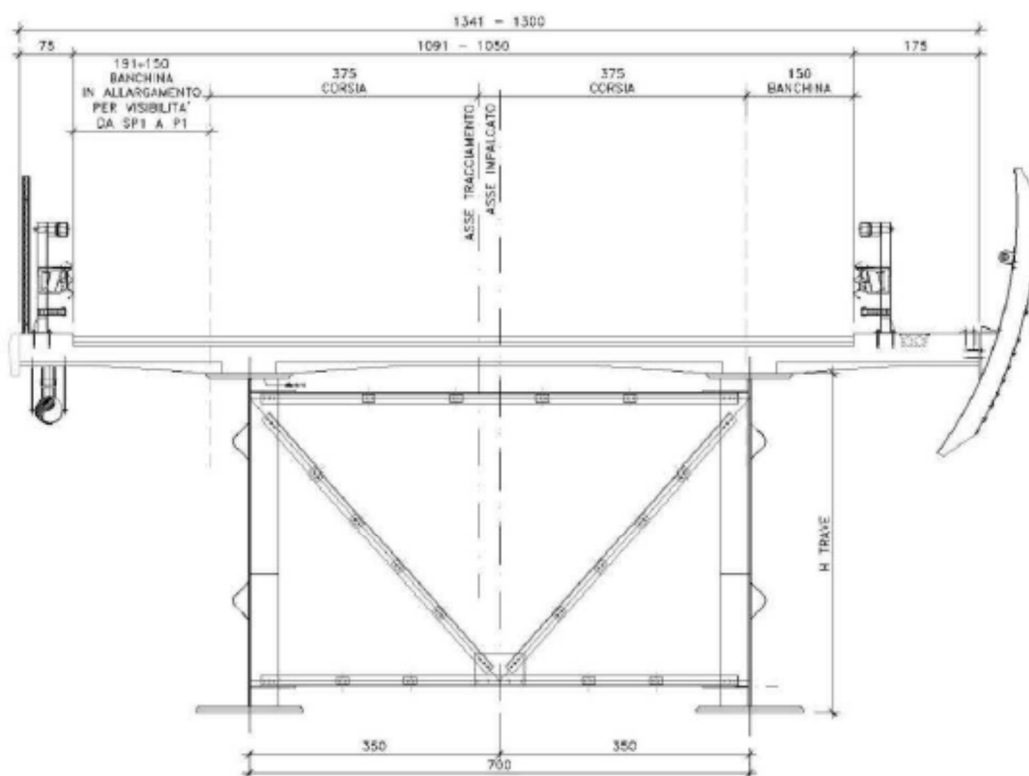
Nel primo tratto la piattaforma ha larghezza variabile tra 10.91 m e 10.50 m, mentre nel secondo ha larghezza costante pari a 10.50 m. Gli elementi marginali sono costituiti da cordoli di larghezza 0.75 m in sx e 1.75 m in dx percorrendo il tracciato nel verso delle progressive crescenti.

L'impalcato è a struttura mista acciaio-calcestruzzo, con sezione trasversale "a cassone" costituita da due travi metalliche principali di altezza variabile tra 3.60 m e 6.50 m con anime verticali. La distanza trasversale tra le travi è pari a 7.00 m. Gli sbalzi laterali hanno luce variabile tra 3.205 e 3.00 m nel tratto a larghezza variabile e luce costante pari a 3.00 m nel tratto a larghezza costante. Le travi principali saranno realizzate mediante lamiere saldate. I collegamenti tra i conci che costituiscono le travi principali saranno interamente saldati. Sono previsti controventi inferiori di torsione, e controventi superiori di montaggio, la cui funzione è limitata a garantire la stabilità della struttura fino al completo indurimento della soletta in c.a.

La struttura a cassone è irrigidita da diaframmi reticolari disposti ad interasse variabile fino ad un massimo di 6.50 m. Anche i diaframmi di appoggio in corrispondenza di spalle e pile sono reticolari.

La soletta sarà gettata su predalles a spessore variabile ($s_{max} = 16 \text{ cm}$, $s_{min} = 6 \text{ cm}$) secondo lo schema seguente:

- tratto 1: in corrispondenza delle travi principali e per la larghezza di 115 cm lo spessore è costante e pari a 37 cm;
- tratto 2: a partire dal TRATTO 1 per una distanza di 158 cm a destra e a sinistra dell'asse delle travi principali lo spessore varia linearmente da 37 a 27 cm;
- tratto 3: sugli sbalzi oltre il TRATTO 2 lo spessore è costante e pari a 27 cm;
- tratto 4: sulla mezzeria dell'impalcato per una larghezza di 269 cm lo spessore è costante e pari a 27 cm. La solidarizzazione della soletta alla trave metallica sarà garantita tramite connettori a piolo tipo Nelson $\varnothing 22$ con altezza di 29 cm. Tutte le unioni bullonate previste per controventi e diaframmi reticolari sono "a taglio". Lo schema statico, con riferimento ai carichi verticali, è di trave continua su più campate. Lo schema di vincolo prevede l'adozione di dispositivi di appoggio costituiti da isolatori elastomerici.



La spalla SP1 è di tipo tradizionale con muro frontale di spessore 2.20 m, paraghiaia di spessore 0.75 m e muri di risvolto di spessore pari a 1.10 m nella parte inferiore e 0.75 m nella parte superiore. La zattera di base ha spessore di 2.00 m ed è fondata su una palificata costituita da 16 pali trivellati in c.a. $\Phi_{\square} = 1200 \text{ mm}$ di lunghezza 35 m. La spalla SP2 è limitata al solo paraghiaia di spessore 0.75 m ed ai muri di risvolto di spessore pari a 0.75 m. La zattera di base ha spessore di 2.00 m ed è fondata direttamente sul substrato roccioso.

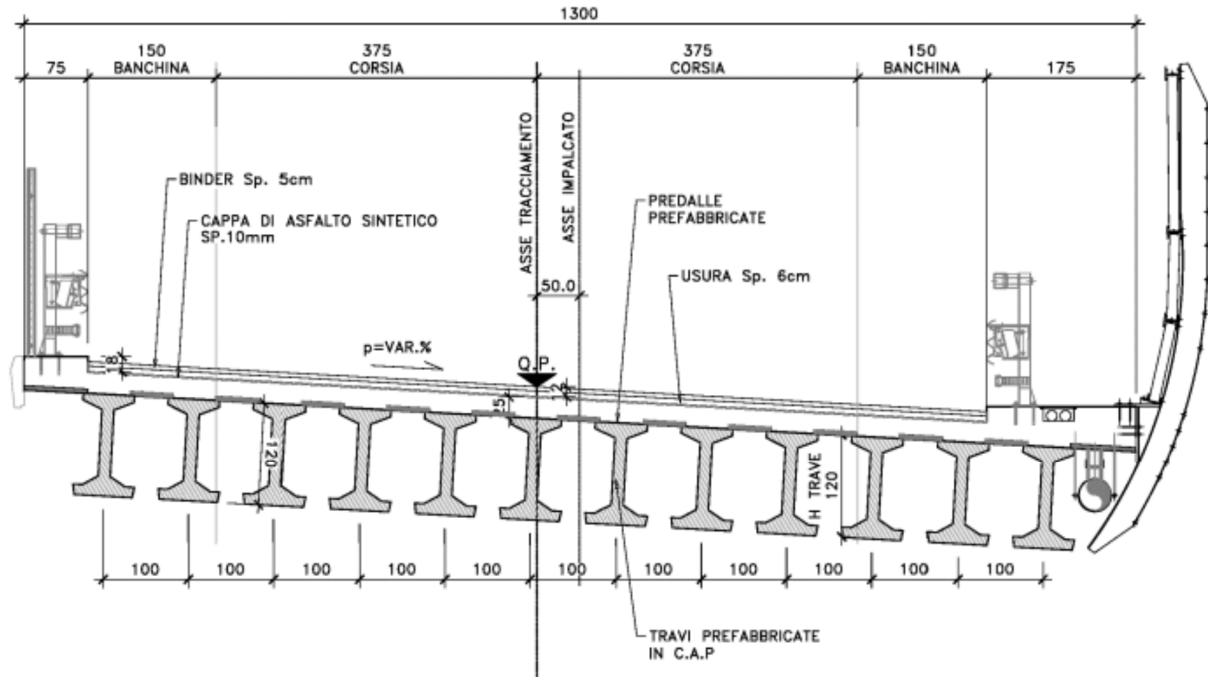
Le pile sono del tipo "a setto" con estremità arrotondate, di larghezza massima pari a 10.0 m in direzione trasversale e a 2.80 m in direzione longitudinale. I plinti di fondazione sono circolari di diametro 13.5 m e spessore pari a 3.0 m e sono posti su una corona circolare formata da 25 pali $\Phi_{\square} = 1200 \text{ mm}$ lunghi 33 m e disposti ad interasse di 1.40 m. L'elevazione delle pile da spiccato plinto a sommità risulta pari a 11.77 m per le pile P1 e 12.61 m per la pila P2.

Ponte sul Torrente Tovate

Il ponte è costituito da un'unica campata avente luce di calcolo pari a 26.00 m misurata in asse appoggi spalle. La larghezza complessiva dell'impalcato è pari a 13.00 m, costituito da 10.50 m di piattaforma stradale fiancheggiata da due cordoli laterali di larghezza complessiva pari a 0.75 m in sx ed 1.75 m in dx. L'impalcato è costituito da 12 travi in c.a.p di lunghezza 27.00 m con sezione trasversale a doppio T di altezza pari a 1.20 m poste ad interasse costante pari a 1.00 m.

La soletta di completamento in c.a. ha spessore complessivo pari a 25 cm. E' previsto l'impiego di lastre prefabbricate autoportanti (predalles) in c.a. di spessore pari a 5 cm tessute in direzione trasversale.

Nella figura seguente è riportata la sezione rappresentativa dell'impalcato:



Il getto della soletta solidarizza l'impalcato alle spalle su cui sono poggiate direttamente le travi.

Le spalle sono costituite da muri in c.a. di spessore pari a 1.50 m e di altezza variabile fondati su micropali di diametro Ø240 mm armati con tubi Ø168.3 mm, spessore 10 mm e lunghezza 10.0 m disposti a passo 0.80 m su due file distanti tra loro 0.80 m. L'altezza della spalla A varia tra 2.66 m e 3.44, mentre quella della spalla B varia tra 4.10 m e 5.13 m.

Le travi in c.a.p. saranno vincolate tra di loro in testata attraverso un'opportuna armatura passante inglobata nel getto della parte terminale del piedritto che, quindi, costituisce un nodo strutturale unico.

Lo schema strutturale è quello di telaio.

Viadotto Adda Talamona

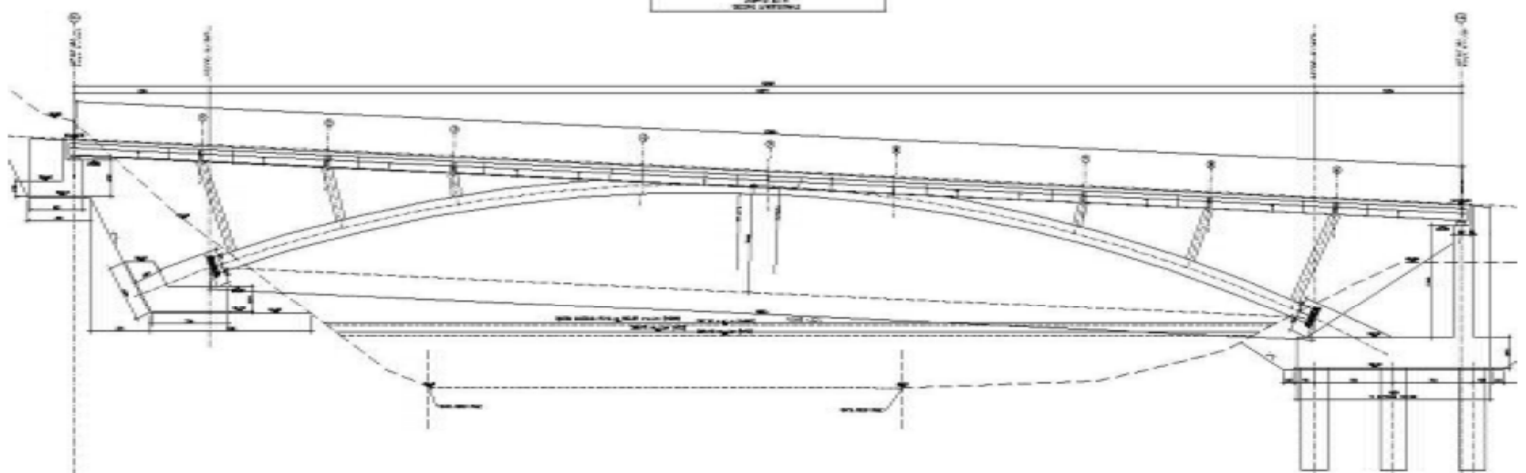
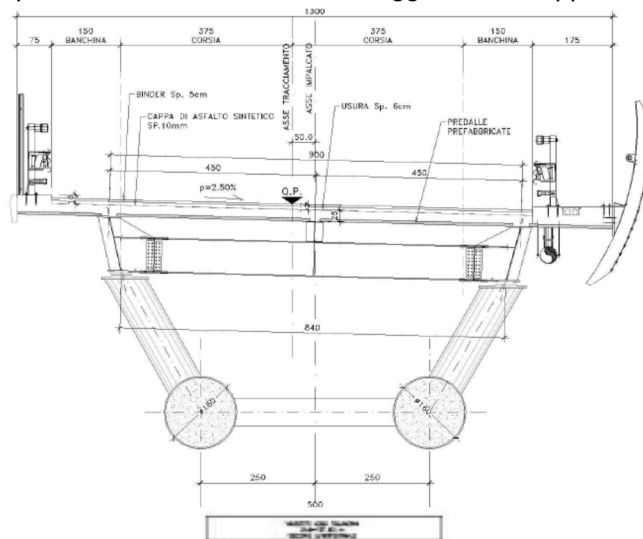
Si tratta di un ponte ad arco ribassato a via superiore, di luce pari a 105.0 m e freccia pari a 10.5 m ($f/L = 0.10$). L'arco sostiene un'impalcato di lunghezza complessiva pari a 132.0 m, misurata in asse appoggi spalle. Il tracciato planimetrico dell'asse principale, nel tratto lungo il quale si inserisce l'opera, si sviluppa in rettilineo. L'impalcato ha larghezza complessiva pari a 13.00 m. La piattaforma ha larghezza di 10.50 m ed è fiancheggiata da elementi marginali costituiti da cordoli di larghezza 0.75 m in sx e 1.75 m in dx percorrendo il tracciato nel verso delle progressive crescenti. La struttura portante è costituita da due archi metallici, posti ad interasse trasversale costante pari a 5.0 m, costituiti da profili tubolari _1600 di spessore differenziato in rapporto allo stato di sollecitazione dei singoli conci.

L'impalcato è a struttura mista acciaio-calcestruzzo, con sezione trasversale "aperta" costituita da due travi metalliche di altezza costante pari a 1.20 m, con anima inclinata. La distanza trasversale tra le travi è pari a 9.00 m a livello delle piattabande superiori e a 8.40 m a livello delle piattabande inferiori. Gli sbalzi laterali hanno luce pari a 2.00 m. Le travi principali saranno realizzate mediante lamiere saldate. Il graticcio d'impalcato è completato dai traversi ad anima piena posti in campata ed in corrispondenza degli allineamenti di appoggio ad interasse di 6.0 m, e dalla trave di spina che fornisce sostegno centrale alla soletta. Le parti laterali dell'impalcato trovano appoggio su piedritti formati da profili tubolari metallici f800 inclinati nelle due direzioni. Ai reni il collegamento tra i due archi avviene attraverso profili tubolari metallici f600 posti in corrispondenza delle sezioni in cui si innestano i piedritti. Per quanto attiene i collegamenti, i conci delle travi principali d'impalcato e di tutte le membrature formate con profili tubolari saranno interamente saldati, mentre

i collegamenti tra trasversi e travi principali saranno di tipo bullonato. Le unioni bullonate previste per i collegamenti tra traversi e travi principali saranno del tipo "ad attrito" di categoria B secondo le norme EN 1993-1-8, mentre le unioni relative ai controventi saranno "a taglio".

In corrispondenza della chiave degli archi, per un tratto di estesa pari a 24 m, l'impalcato e i profili tubolari principali sono intimamente solidarizzati. La solidarizzazione avviene in direzione trasversale attraverso i traversi di tipo Tr2 e in direzione trasversale attraverso la previsione di travi a T, saldate all'estradosso dei due archi e connesse alle solette con pioli di tipo Nelson. In fase di montaggio l'impalcato sarà irrigidito nel piano orizzontale da controventi a croce. La soletta sarà gettata su predalles di spessore pari a 6 cm, che trovano appoggio sulle travi principali e sulla trave di spina. L'intera larghezza dell'impalcato viene coperta con due predalle. La solidarizzazione della soletta alla trave metallica sarà garantita tramite connettori a piolo tipo Nelson Ø22 con altezza di 19 cm. Lo schema statico dell'impalcato, con riferimento ai carichi verticali, è di trave continua su più campate. Gli archi tubolari principali sono rigidamente connessi alle spalle mediante collegamenti bullonati con tirafondi di classe 10.9. Lo schema di vincolo prevede l'adozione di apparecchi di appoggio in acciaio-teflon. In corrispondenza delle spalle l'impalcato è rigidamente vincolato in direzione trasversale mentre è libero di muoversi in direzione longitudinale. Tutte le strutture tubolari saranno riempite con calcestruzzo non strutturale polistirolico di densità non superiore a 200 kg/mc per scongiurare futuri problemi di corrosione delle parti interne non ispezionabili. E' previsto l'impiego di acciaio di tipo autoprotetto tipo COR.TEN. La spalla di fondazione SA ed il sottostante blocco di ancoraggio sono fondati su ammassi rocciosi con adeguate caratteristiche di portanza e rigidezza. La spalla di fondazione SB ed il relativo blocco di ancoraggio sono fondati su depositi alluvionali a granulometria sabbioso-ghiaiosa. Sono previste fondazioni indirette costituite da 18 diaframmi in c.a. di dimensioni 2.50x1.00 m lunghi 22.0 m.

Nelle figure seguenti sono riportate le sezioni trasversali maggiormente rappresentative:



Viadotto dal km 11+966 al km 12+066

Il viadotto è composto da 2 campate per una lunghezza complessiva pari a 100.0 m, misurata in asse appoggi spalle.

La scansione delle campate è appresso riportata: 50.0 + 50.0.

Il tracciato planimetrico dell'asse principale, nel tratto lungo il quale si inserisce l'opera, si sviluppa in curva circolare sinistrorsa con raggio pari a 950 m.

L'impalcato ha larghezza complessiva pari a 13.41 m. La piattaforma ha larghezza di 10.91 m ed è fiancheggiata da elementi marginali costituiti da cordoli di larghezza 0.75 m in sx e 1.75 m in dx percorrendo il tracciato nel verso delle progressive crescenti. L'impalcato è a struttura mista acciaio-calcestruzzo, con sezione trasversale "aperta" costituita da due travi metalliche principali di altezza costante pari a 1.80 m in campata, per una estesa di 34.40 m dall'asse appoggi. Nel tratto a cavallo della pila l'altezza delle travi principali sarà variabile linearmente tra 1.80 a 2.80 m in asse appoggi.

L'adozione di questo profilo di intradosso dell'impalcato è dettato dalla necessità di rispettare i franchi sulla viabilità esistente sovrappassata. La distanza trasversale tra le travi è pari a 7.00 m. Gli sbalzi laterali hanno luce pari a 3.205 m. Le travi principali saranno realizzate mediante lamiere saldate.

Il graticcio d'impalcato è completato dai traversi posti in campata ed in corrispondenza degli allineamenti di appoggio. Per quanto attiene i collegamenti, i conci delle travi principali saranno interamente saldati, mentre i collegamenti tra trasversi e travi principali saranno di tipo bullonato. In fase di montaggio la struttura metallica sarà irrigidita nel piano orizzontale da controventi a croce. La soletta sarà gettata su predalles a spessore variabile ($s_{max} = 16 \text{ cm}$, $s_{min} = 6 \text{ cm}$) secondo lo schema seguente:

- tratto 1: in corrispondenza delle travi principali e per la larghezza di 115 cm lo spessore è costante e pari a 37 cm;
- tratto 2: a partire dal TRATTO 1 per una distanza di 158 cm a destra e a sinistra dell'asse delle travi principali lo spessore varia linearmente da 37 a 27 cm;
- tratto 3: sugli sbalzi oltre il TRATTO 2 lo spessore è costante e pari a 27 cm;
- tratto 4: sulla mezzeria dell'impalcato per una larghezza di 269 cm lo spessore è costante e pari a 27 cm.

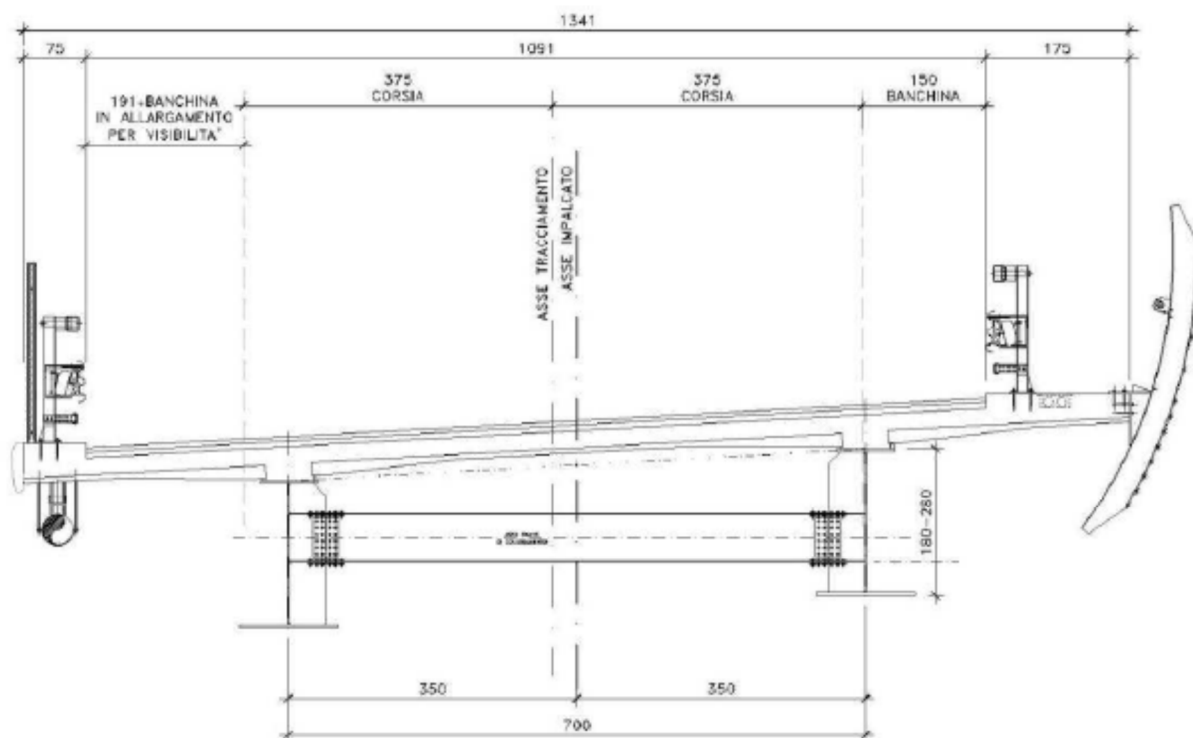
La solidarizzazione della soletta alla trave metallica sarà garantita tramite connettori a piolo tipo Nelson Ø22 con altezza di 29 cm.

Le unioni bullonate previste per i collagamenti tra trasversi e travi principali saranno del tipo "ad attrito" di categoria B secondo le norme EN 1993-1-8, mentre le unioni relative ai controventi saranno "a taglio".

Lo schema statico, con riferimento ai carichi verticali, è di trave continua su 2 campate.

Lo schema di vincolo prevede l'adozione di dispositivi di appoggio costituiti da isolatori elastomerici.

Nella figura seguente è riportata la sezione rappresentativa dell'impalcato:



Le spalle sono di tipo tradizionale con muro frontale di spessore 1.80 m, paraghiaia di spessore 0.75 m e muri di risvolto di spessore pari a 1.20 m nella parte inferiore e 0.75 m nella parte superiore. La zattera di base ha spessore di 2.00 m ed è fondata su una palificata costituita da 12 pali trivellati in c.a. $H = 1200$ mm di lunghezza 35 m. La pila è del tipo "a setto" con estremità arrotondate, di larghezza massima pari a 10.0 m in direzione trasversale e a 2.0 m in direzione longitudinale. Il plinto di fondazione è rettangolare di dimensioni 10.4×7.90 m e spessore pari a 2.2 m ed è fondato su una palificata costituita da 8 pali trivellati in c.a. $H = 1200$ mm di lunghezza 33 m.

L'elevazione delle pile da spiccato plinto a sommità risulta pari a 4.60 m.

OPERE D'ARTE MINORI

Sottovia

Nell'ambito dei lavori in esame è prevista la realizzazione dei seguenti sottovia con struttura in elevazione di tipo prefabbricato e fondazioni gettate in opera:

- Pk Km 9+269 e Km 9+346;
- Pk Km 9+495;
- Pk Km 11+035;
- Pk Km 11+414;

alla Pk Km 15+631 è invece previsto un sottovia interamente gettato in opera. I sottovia con struttura prefabbricati saranno realizzati una successione di archi prefabbricati in cemento armato posati su di una zattera di fondazione in cemento armato gettato in opera, con spessore variabile in relazione all'entità dei carichi trasmessi. I vari elementi prefabbricati che costituiscono la struttura sono posati in opera affiancati, quasi a contatto tra loro. L'armatura è in parte inserita all'interno degli elementi prefabbricati, in parte posata in opera negli appositi vani fra un prefabbricato e l'altro e nelle articolazioni. Successivamente i prefabbricati sono solidarizzati tra loro con un getto di calcestruzzo in opera che congloba le armature aggiuntive e rende la struttura monolitica. Si riporta nei paragrafi successivi una breve descrizione delle caratteristiche geometriche salienti dei manufatti prima elencati.

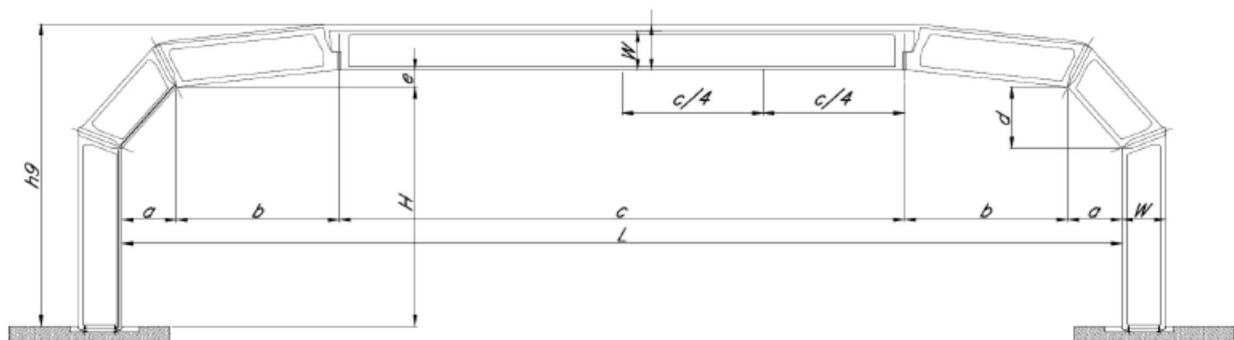


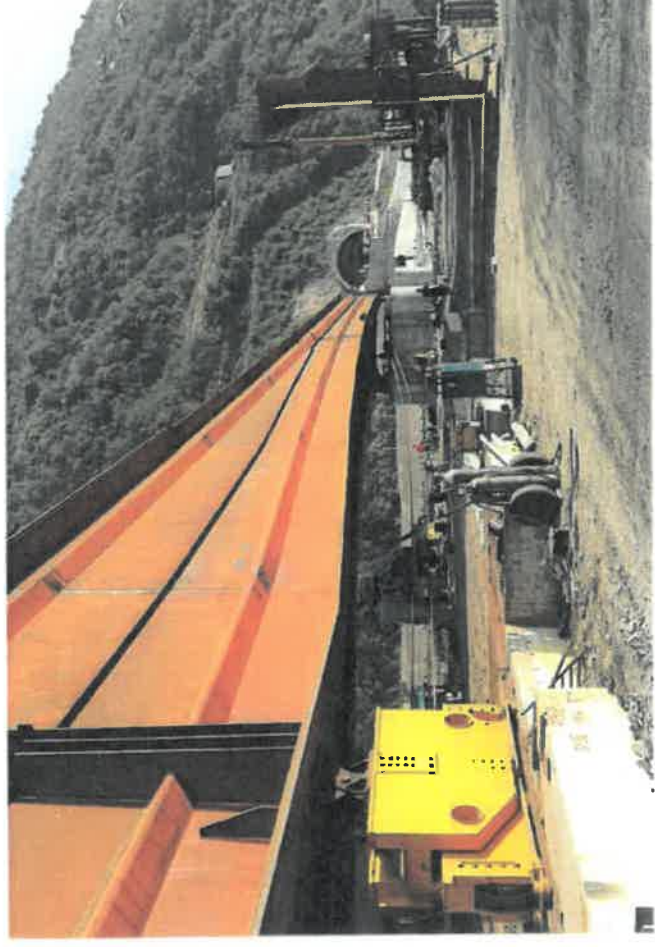
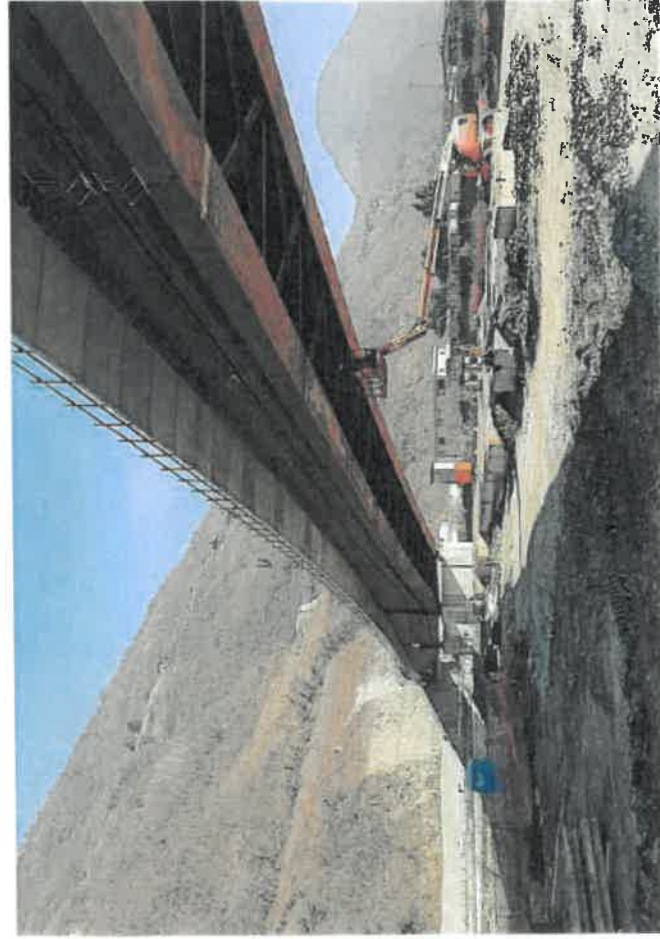
Figure 11.1. Geometria Sottopasso Prefabbricato

Sottovia	
pk =	km 9+269 - 9+346
H =	7.00 m
L =	15.00 m
H9 =	8.01 m
a =	1.50 m
b =	1.50 m
d =	1.67 m
W =	0.75 m
Q =	0.80 m

APPALTO IN NUMERI

Impalcati metallici	Ton.	3500
Acciao B450C	Ton.	7400
Calcestruzzo	mc	200.000
Lunghezza galleria	km	5
Scavo a foro cieco	mc	900.000
Scavo con fresa	mc	60.000
Misto cementato 25 cm	mc	14.000
Rilevati	mc	1.000.000
Superficie pavimentata	mq	140.000
Terre armate	mq	16.000

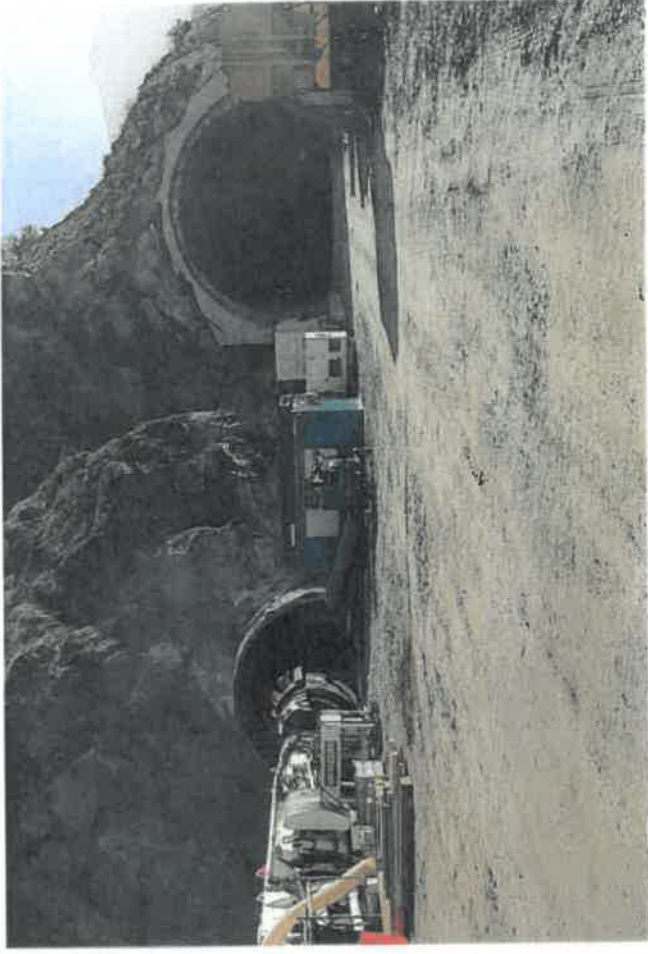
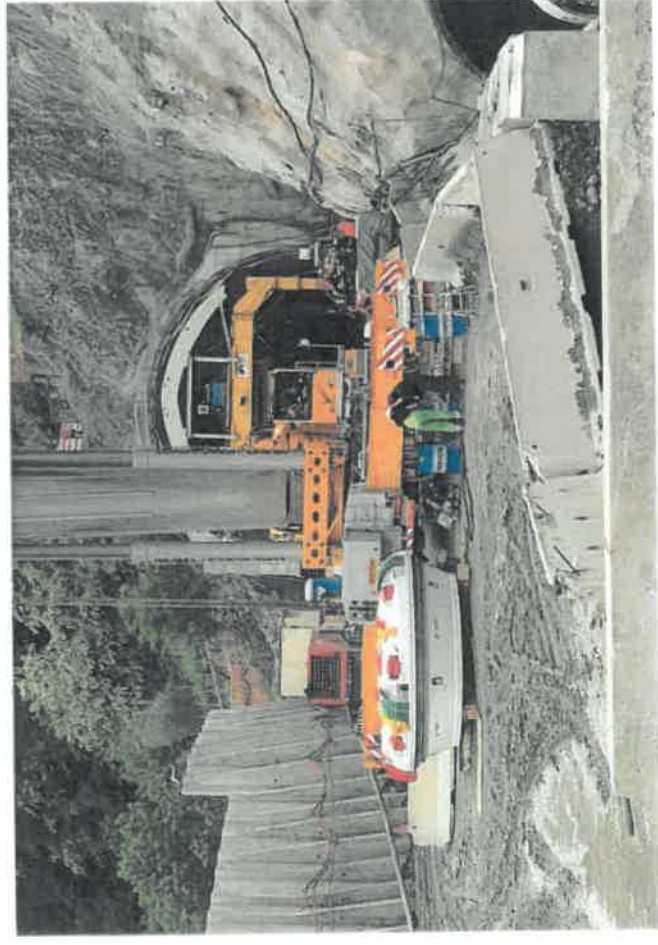
VI02 PONTE ADDA-BITTO



VI04 PONTE ADDA-TALAMONA



INSTALLAZIONE TBM



OPERE MINORI

